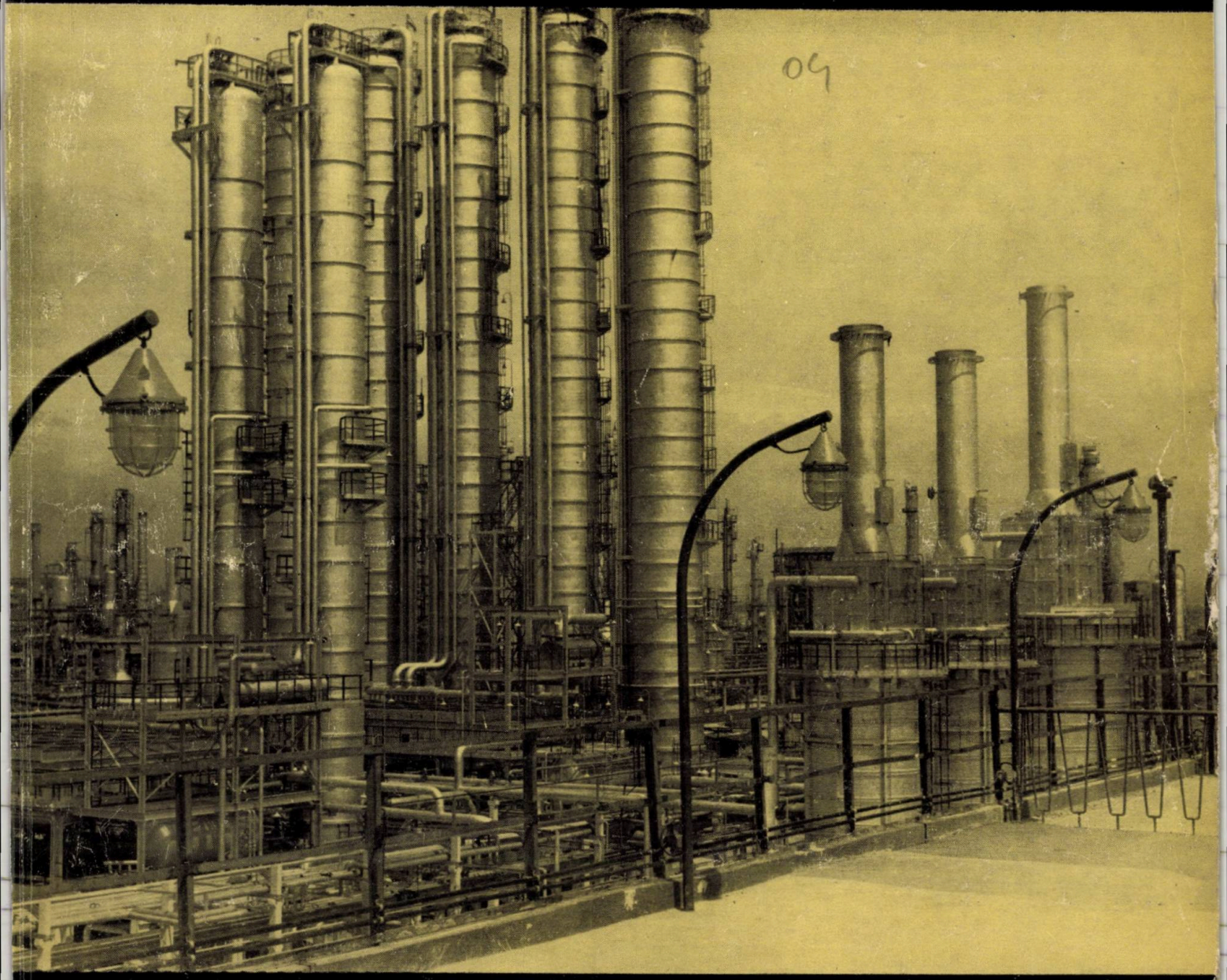
PETROL ȘI GAZE



IANUARIE 1970
Vol. 21 ★ p. 1—64
BUCUREȘTI
★
ROMÂNIA

1

COMBINATUL
PETROCHIMIC
PITEȘTI

vă oferă:

Monomeri pentru industria chimică de sinteză:

etilenă 99,9 %
propilenă 99,5 %
butilenă 90 %
butadienă 95,5 % vol.

VOL. XXI, Nr. 1
ianuarie 1970

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacţia: Bd. N. Bălcescu, 16 ● Telefon 16.78.78 ● BUCUREŞTI ● ROMÂNIA

CUPRINS

*** **1970 — an hotărîtor în realizarea marilor obiective ale actualului cincinal** 7—8

G. Pîrvu: **Microtectonica unităţii externe a flişului paleogen din Valea Tazlăului Mare** 9—14

G. I. Peteu: **Stadiul actual şi perspectivele de dezvoltare a metodelor geofizice radiometrice în exploatarea zăcămintelor petrolifere** 15—24

M. Olănescu: **Presiunile critice de turtire pentru burlanele fabricate conform standardelor API din oţeluri superioare** 25—27

C. Popa: **Comportarea în regim de gaze dizolvate a unui zăcămînt spălat anterior cu apă** 28—33

Al. Turtă: **Calculul raţiei dinamice gaze-ţiţei, în ascensiunea bifazică, regimul de curgere cu bule** 34—39

I. Nicolau, N. Burlacu şi C. Bunea: **O soluţie nouă a problemei colectării de probe de lichid, riguros reprezentative din rezervoare** 40—49

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă şi T. Vlad: **Acţiunea unor inhibitori radicalici asupra procesului de formare a gumelor în benzinele de piroliză** 50—54

NOTE TEHNICE 55—56

RECENZII 57

SCURTE ŞTIRI 57—59

DOCUMENTARE 59—62

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. GH. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. GH. GEORGESCU, econ. E. MAREŞ, prof. dr. docent ing. G. IOACHIM, ing. G. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUŞCOIU, ing. N. ROŞCA, ing. N. STOIANOV, ing A. ZBEREA, ing. GH. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ
Redactor
ing. **Aurelia Burieatu**

2, RUE GABRIEL PÉRI
BUCAREST – ROUMANIE
TÉLÉPHONE 116; TÉLEX 214

BUCAREST
INDUSTRIALEXPORT
ROUMANIE

You'll achieve

ECONOMICAL AND MOST EFFICIENT
CRUDE REFINING INSTALLATIONS

by applying to

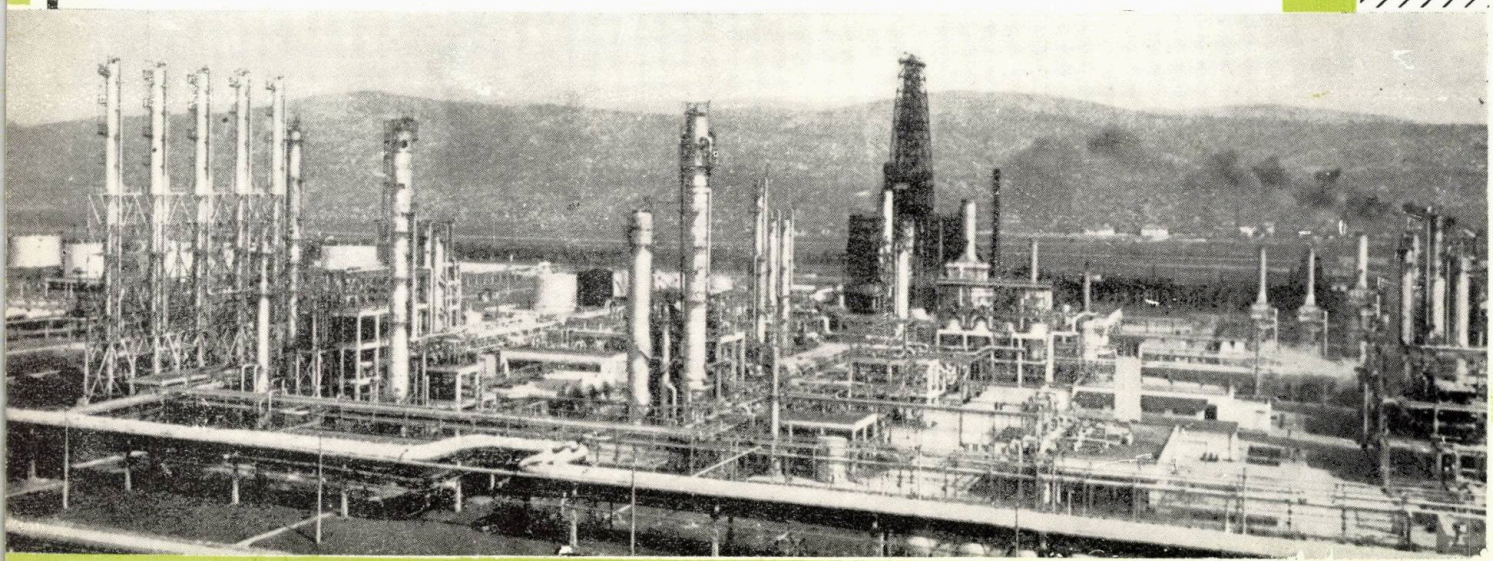
INDUSTRIALEXPORT

Bucharest — Romania
Gabriel Péri St. 2
Telex 214
Cables INDEXPORT Bucharest

They supply:

- up-to-date complete refineries working on fuel, oils or combined fuels and oils;
- complete refining installations and equipment;
- own patented casing-head gas processing installations;
- research work, designs, economic studies;
- delivery key in hand of the refining installations.

They grant technical assistance in the building, mounting and commissioning of the equipment supplied, in similar Romanian enterprises.
For further information apply to the Commercial Section of the Romanian Embassy



INDUSTRIALEXPORT

ENTREPRISE D'ETAT POUR LE COMMERCE EXTERIEUR - BUCAREST - ROUMANIE

* * * **1970 — a decisive year in the fulfillment of the importante objective of the present Fife-year-plan** 7—8

G. Pîrvu : **The microtechtonics of the external unit of the Palaeogenous flysch of the Tazlăul Mare Valley** 9—14

G. I. Peteu : **The present stage and development prospects of the radiometric geophysical methods in the exploitation of oilfields** 15—24

M. Olănescu : **The critical flattening pressures for API casings manufactured from upper-grade steels** 25—27

C. Popa : **The behaviour in dissolved gas regime of an oilfield previously washed with water** 28—33

Al. Turtă : **The calculus of the dynamic gas crude oil ratio in biphasic ascension and the bubble flowing regime** 34—39

I. Nicolau, N. Burlacu, C. Bunea : **A new solution to the problem of collecting liquid samples rigorously representative from the tanks** 40—49

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Vlad: **The action of some radicalic inhibitors on the gum formation process in the pyrolysis benzenes** 50—54

CONTENTS

G. I. Peteu : **The present stage and development prospects of the radiometric geophysical methods in the exploitation of oilfields**

The author reviews the present stage and the development prospects of the radiometric geophysical methods used in the exploitation of oilfields. The methods are grouped according to the requirements they have to meet as follows: methods concerning the petrophysical parameters characterizing qualitatively and quantitatively the collector capacity of the formations; informations methods concerning the lithological nature, on the basis of the study of natural and induced radioactivity; methods meant to determine the nature of the fluids contained by the collectors; methods applied to the radioactive tracer studies of crude oil- and gas fields, during exploitation. The usual procedures with practical examples from the nuclear geophysics in Romania and abroad are described.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 15
D.C. 550.3

M. Olănescu: **The critical flattening pressures for API casings manufactured from upper-grade steels.**

In his work, the author reviews the new API formulae recommended for the calculation of critical external pressures of casing in the intermediate field and — on the basis of these — he draws the curves of dependence of critical pressures versus tube diameter — wall thickness ratio i.e. $P_{cr} = f(D/t)$, for upper grade steels (C—75, N—80, P—105, P—110).

The use of these curves allows the quick determination of critical external pressures for any size of tube manufactured from any of the steels mentioned above; at the same time, they allow the knowledge of the validity range of collapse formulae in the intermediate field.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 25
D.C. 622.245.12

C. Popa : **The behaviour in dissolved gas regime of an oilfield previously washed with water**

A mathematical model for describing the behaviour in dissolved gas regime of a field which is in an advanced stage of exploitation in a water-washing regime is given. The method suggested has been applied to a Romanian field. For appreciating the influence of the water-washing degree on the behaviour in dissolved gas regime, the results are given of eight calculus variants performed by means of an automatic I.M.B. 360 machine.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 28
D.C. 553.982:622.3

Al. Turtă : **The calculus of the dynamic gas-crude oil ratio in biphasic ascension and the ,,bubble'' flowing regime**

For a certain pressure, the gas-crude oil ratio in the conditions of the ascension through tubings does not correspond with the static gas-crude oil ratio determined in the P.V.T. installation. The difference between the two ratios is greater as the crude oil ascension speed is lower. By using an obvious analogy based on the induction of the mathematical method, a dynamic gas-crude oil ratio has been calculated. The formula deduced is applicable to the biphasic "bubble" flowings met with not only in the oil industry, but also in the chemical nuclear and other industries.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 34
D.C. 622.245.128:532.135

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T Vlad : **The action of some radicalic inhibitors on the gum formation process in the pyrolysis benzenes**

Various aspects concerning the gum formation mechanisms in the pyrolysis benzenes and the behaviour of some cresolic alkyl inhibitors and indigenous secondary aminic derivates are presented.

The gum formation radicalic mechanism by alkene autooxidation with formation of peroxides and hydroperoxides by I.R. analysis of the benzene resulting from the pyrolysis of the ethane-propane mixture in a 1/3 weight ratio is described. The influence of the mentioned inhibitors on the induction period and on the gum content as well as the resistance of these inhibitors in time are presented.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 50
D.C. 668.41:665.633

СОДЕРЖАНИЕ

* * * **1970 — решающий год в достижении великих объективов пятилетнего плана** 7—8

Г. Пырву: **Микротектоника внешней единицы палеогенного флиша из долины Тазлыул Маре** 9—14

Г. И. Петеу: **Актуальная стадия и перспективы развития радиометрических геофизических методов при разработке нефтяных месторождении** 15—24

М. Олэнеску: **Критические сминающие давления для обсадных труб изготовляемых из высших сортов сталей** 25—27

К. Попа: **Поведение в режиме растворенных газов залежи предварительно обмытой водой** 28—33

Ал. Туртэ: **Расчёт динамического газового фактора в бифазном поднятии. Режим течения пузырьками** 34—39

И. Николау, Н. Бурлаку, К. Буня: **Новое решение вопроса отбора ярко показательных жидких проб из резервуаров** 40—49

В. Пэрэушану, Д. Михэицэ, Т. Влад: **Действие ряда радикальных ингибиторов на процесс образования смол в пиролизном бензине** 50—54

Г. И. Петеу: **Актуальная стадия и перспективы развития радиометрических геофизических методов при разработке нефтяных месторождении.**

В работе приводят обзор современной стадии и перспективы по развитию радиометрических геофизических методов применяемых в разработках нефтяных месторождении, сгруппированных в зависимости от объектов для которых они требуются, а именно: методы относящиеся к петрофизическим параметрам которые характеризуют качественно и количественно коллекторную способность формации; информационные методы относительно литологической породы на основании изучения натуральной и введенной радиоактивности; методы преследующие определение рода флюидов содержащихся в коллекторах ; метод применяемый в изучении нефтяных и газовых месторождении радиоактивными указателями во время разработки газов и нефти. Т.е. описываются обычные способы с практическим применением из ядерной геофизики в Румынии и за рубежом.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 15
Д.К. 550.3

М. Олэнеску: **Критические сминающие давления для обсадных труб изготовляемых из высших сортов сталей.**

В статье автор даёт новые формулы для расчёта критических сминающих давлении обсадных труб в промежуточной области и по этим данным строит кривые зависимости критических давлении от величины отношения между диаметром и толщиной стены труб, т.е. $Д_{кр} = f(D/t)$, для высших сортов сталей (С—75, Н—80, Р—105 и Р—110). С помощью этих кривых можно легко определить критическое сминающее давление для любого размера трубы, изготовляемой из одной из вышеуказанных сталей, также они позволяют установить пределы применяемости на смятие для промежуточной области.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 25
Д.К. 622.245.12

К. Попа: **Поведение в режиме растворенных газов залежи предварительно обмытой водой.**

В работе приводится математическая модель для описания поведения в режиме растворенного газа залежи которая находится в последней стадии разработки в режиме обмывки водой. Предлагаемый метод был применен для залежи из Румынии. Для того что-бы оценить влияние степени промывки водой на поведение в режиме растворенного газа, приводятся результаты восьми расчётных вариантов сделанных на автоматической машине ИБМ 360.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 28
Д.К. 553.982:622.3

Ал. Туртэ: **Расчёт динамического газового фактора в бифазном поднятии. Режим течения пузырьками.**

Для определенного давления, динамический газовый фактор в условиях поднятия по подъёмным трубам не соответствует статическому газовому фактору определяемому в установке П.В.Т. Разница между этими двумя факторами увеличивается по мере замедления скорости подъёма нефти. Пользуясь такой явной аналогией и основываясь на методе математической индукции, вычислили динамический газовый фактор. Выведенная формула находит своё применение в бифазных течениях „пузырьками", встречающихся не только в нефтяной промышленности, но и в химической, ядерной и в других промышленностях.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 34
Д.К. 622.245.128:532.135

В. Пэрэушану, Д. Михэицэ, Т. Влад: **Действие ряда радикальных ингибиторов на процесс образования смол в пиролизном бензине**

Приводится ряд аспектов по механизму образования смол в пиролизных бензинах и поведение ряда алкил-крезоловых ингибиторов и побочных аминовых производных местного производства. Определяют радидикаловый механизм образования смол путём самоокисления алкенов с образованием перекисей и гидроперекисей, посредством И. К. анализа проведенного над бензином происходящим из пиролиза смеси этан-пропан с весовым отношением1/3. Описывается влияние упомянутых ингибиторов на индуктивный период и на содержание смол, а также на устойчивость этих ингибиторов во времени.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 50
Д.К. 668.41:665.633

INHALT

* * * **1970—ein bestimmendes Jahr in der Erfüllung der grossen Aufgaben des gegenwärtigen Fünf jahr-Planes** 7—8

G. Pîrvu : **Mikrotektonik der äusseren Einheit des Palägenflysches im Tal des Tazlăul Mare** 9—14

G. I. Peteu : **Gegenwärtiger Stand und Entwicklungsperspektiven der radiometrischen geophysikalischen Verfahren in der Ausbeutung der Erdöllagerstätten.** 15—24

M. Olănescu : **Kritische Aussendrücke für API-Bohrverrohrungen aus hochwertigem Stahl** 25—27

C. Popa : **Verhalten einer, vorangehend mit Wasser gespülten Lagerstätte im Betrieb mit gelösten Gasen** 28—33

Al. Turtă : **Berechnung des dynamischen Gas-Erdöl-Verhältnisses im biphasischen Aufstieg, Strömungsbetrieb mit Blasen** 34—39

I. Nicolau, N. Burlacu, C. Bunea : **Eine neue Lösung, des Problems der Entnahme streng repräsentativer Flüssigkeitsproben aus Behältern** 40—49

V. Părăuşan, D. Mihăiţă, T. Vlad : **Wirkung einiger radikalischer Hemmstoffe auf den Entstehungsprozess der Gummis in den Pyrolysebenzinen** 50—54

G. I. Peteu : **Gegenwärtiger Stand und Entwicklungsperspektiven der radiometrischen geophysikalischen Verfahren in der Ausbeutung der Erdöllagerstätten**

Der Aufsatz gibt einen Überblick auf den gegenwärtigen Stand und die Entwicklungsperspektiven der radiometrischen geophysikalischen Verfahren, die in der Ausbeutung der Erdöllagerstätten Verwendung finden, im Verhältnis zu deren Einsatz und zwar : Verfahren zur Bestimmung der petrophysikalischen Parameter, die qualitativ und quantitativ die Speicherfähigkeit der Formationen kennzeichnen ; Verfahren zur Ermittelung der lithologischen Gattung auf Grund der Untersuchung der natürlichen und induzierten Radioaktivität ; Verfahren zur Bestimmung der Art der Flüssigkeiten im Speichergestein ; Verfahren zur Untersuchung der Erdöl-und Erdgaslagerstätten mit Leitisotopen während der Ausbeutung.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 15
D.K. 550.3

M. Olănescu : **Kritische Aussendrücke für API-Bohrverrohrungen aus hochwertigem Stahl**

Der Verfasser gibt einen Überblick auf die neuen API-Relationen, die für die Berechnung der kritischen Aussendrücke der Bohrverrohrungen im mittleren Abschnitt empfohlen werden, auf deren Grundlage er die Abhängigkeitskurven der kritischen Drucke zur Verhältnisgrösse zwischen dem Durchmesser der Rohrfahrt und der Wandungsdicke $P_{cr} = f(D/t)$, für hochgradige Stähle (C—75, N—80, P—105, P—110) festlegt.

Die Anwendung dieser graphischen Darstellungen ermöglicht die rasche Ermittlung der kritischen Aussendrücke für jede Rohrgrösse aus allen obenerwähnten Stahlmarken, wobei gleichzeitig auch die Anwendungsbegrenzungen der Berechnungsrelationen für die Stauchung im mittleren Abschnitt bekannt wird.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 25
D.K. 622.245.12

C. Popa : **Verhalten einer vorangehend mit Wasser gespülten Lagerstätte im Betrieb mit gelösten Gasen**

Der Verfasser beschreibt ein mathematisches Modell zur Erläuterung des Verhaltens einer Lagerstätte beim Betrieb mit gelösten Gasen, die sich in einer fortgeschrittenen Phase der Förderung mit Wasserspülung befindet. Das vorgeschlagene Verfahren wurde an einer Lagerstätte in Rumänien angewandt. Zwecks Veranschaulichung des Einflusses der Wasserspülung auf das Verhalten beim Betrieb mit gelösten Gasen werden die Ergebnisse von acht, mit Hilfe eines Automatrechners IBM 360 durchgeführten Berechnungsvarianten dargelegt.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 28
D.K. 553.982:622.3

Al. Turtă : **Berechnung des dynamischen Gas-Erdöl-Verhältnisses im biphasischen Aufstieg, Strömungsbetrieb mit Blasen**

Unter gewissen Druckbedingungen entspricht das Gas-Öl-Verhältnis während des Aufstiegs in den Förderrohren nicht dem statischen, in den PVT-Anlagen ermittelten Gas-Öl-Verhälnis. Der Unterschied zwischen den beiden Verhältnissen ist umso grösser, je kleiner die Aufstieggeschwindigkeit des Erdöls ist. An Hand einer offenkundigen Analogie auf Grund der Induktion das mathematischen Verfahrens, wurde des dynamische Gas-Öl-Verhältniss berechnet. Die abgeleitete Formel findet bei der biphasischen Stömung mit „Blasen" Anwendung, die nicht allein in der Erdölindustrie sondern auch in der Chemieindustrie, in der Kerntechnik und in anderen Industriezweigen anzutreffen ist.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 34
D.K. 622.245.128:532.135

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Vlad: **Wirkung einiger radikalischer Hemmstoffe auf den Entstehungsprozess der Gummis in den Pyrolysebenzinen**

Es werden einige Aspekte in bezug auf den Entstehungsvorgang der Gummis in den Pyrolysenbenzinen und das Verhalten einiger alkalischen Krezolhemmstoffe und sekundären Aminderivate aus der Landesproduktion behandelt.

Es wird der radikalische Entstehungsmechanismus der Gummis durch die Infrarotanalyse an Hand des Benzins bestimmt, das bei der Pyrolyse des Gemisches Äthan-Propan im Gewichtsverhältnis 1 : 3 anfällt. Die Gummis entstehen durch die Selbstoxydation der Alkene mit gleichzeitiger Bildung von Peroxyden und Hyperperoxyden. Es wird der Einfluss der erwähnten Hemmstoffe auf die Induktionsperiode und den Gummigehalt sowie die Zeitbeständigkeit dieser Hemmstoffe dargelegt.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p- 50
D.K. 668.41:665.633

SOMMAIRE

* * * **1970 — une anneé decisive dans la réalisation des grandes objectives de l'actuelle quenquennal** 7—8

G. Pîrvu : **La microtechnique de l'unité extérieure du flysch paléogène de la Vallée Tazlăul Mare** 9—14

G. I. Peteu : **Le stade actuel et les perspectives de développement des méthodes géophysiques radiométriques dans l'exploitation des gisements pétroliers** 15—24

M. Olănescu : **Les pressions critiques d'aplatissement des tubes de forage API fabriqués à partir d'aciers supérieurs** 25—27

C. Popa : **Le comportement en régime de gaz dissous d'un gisement lavé précédemment à l'eau** 28—33

Al. Turtă : **Le calcul du rapport dinamique gaz-brut dans l'ascension biphasique et le régime d'écoulement à bulles** 34—39

I. Nicolau, N. Burlacu, C. Bunea : **Une solution nouvelle du problème de la collecte d'échantillons de liquides rigoureusement représentatifs des réservoirs** 40—49

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Vlad : **L'action de certains inhibiteurs radicaliques sur le processus de formation des gommes dans les benzènes de pyrolyse** 50—54

G. I. Peteu: **Le stade actuel et les perspectives de développement des méthodes géophysiques radiométriques dans l'exploitation des gisements pétroliers**

L'auteur passe en revue le stade actuel et les perspectives de développement des méthodes géophysiques radiométriques utilisées dans l'exploitation des gisements pétroliers. Les méthodes sont groupées en fonction des objectifs poursuivis, de la manière suivante : méthodes visant les paramètres pétrophysiques qui caractérisent de façon qualitative et quantitative la capacité de collecteur des formations ; méthodes d'information sur la nature lithologique sur la base de l'étude de la radioactivité naturelle et induite ; méthodes ayant pour but de déterminer la nature des fluides contenus par les collecteurs ; méthodes appliquées à l'étude aux traceurs radioactifs des gisements de brut et de gaz, durant l'exploitation.

On décrit les procédés usuels avec quelqeus exemples pratiques tirés de la géophysique nucléaire en Roumanie et à l'étranger.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 15
C.D. 550.3

M. Olănescu : **Les pressions critiques d'aplatissement des tubes de forage API, fabriques à partir d'aciers supérieurs**

On passe en revue les nouvelles relations API recommandées pour le calcul des pressions critiques extérieures des tubes de forage dans le domaine intermédiaire et, sur la base desdites relations, on trace les courbes de la dépendance des pressions critiques de la grandeur du rapport entre le diamètre du tube et l'épaisseur de la paroi :

$P_{cr} = f(D/t)$ pour les aciers de qualité supérieure (C—75, N—80, P—105, P—110)

Les graphiques établis permettent de déterminer rapidement les pressions critiques extérieures pour n'importe quelle dimension des tubes fabriqués à partir de chacun des aciers susmentionnés. Ils permettent en outre de connaître les limites d'applicabilité des relations de calcul à l'aplatissement, pour le domaine intermédiaire.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 25
C.D. 622.245.12

C. Popa: **Le comportement en régime de gaz dissous d'un gisement lavé précédemment à l'eau**

On présente un modèle mathématique pour la description du comportement en régime de gaz dissous d'un gisement qui se trouve dans une phase avancée d'exploitation en régime de lavage à l'eau. La méthode proposée a été appliquée à un gisement de Roumanie. Pour apprécier l'influence du degré de lavage à eau sur le comportement en régime de gaz dissous, on présente les résultats de huit variantes de calcul exécutées par une machine automatique IMB 360.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 28
C.D. 553.982:622.3

Al. Turtă : **Le calcul du rapport dynamique gaz-brut dans l'ascension biphasique et le régime d'écoulement à bulles**

Pour une certaine pression, le rapport gaz-brut dans les conditions de l'ascension par les tubings ne correspond pas au rapport statique gaz-brut déterminé dans l'installation P.V.T. La différence entre les deux rapports est d'autant plus grande que la vitesse d'ascension du brut est plus réduite. En utilisant une analogie évidente, basée sur l'induction de la méthode mathématique, on a calculé le rapport dynamique gaz-brut. La formule déduite est également applicable aux écoulements biphasiques „à bulles" rencontrés non seulement dans l'industrie pétrolière, mais aussi dans les industries chimique, nucléaire et autres.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 34
C.D. 622.245.128:532.135

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Vlad : **L'action de certains inhibiteurs radicaliques sur le processus de formation des gommes dans les benzènes de pyrolyse**

On présente certains aspects relatifs aux mécanismes de formation des gommes dans les benzènes de pyrolyse et le comportement de certains inhibiteurs alkyl crésoliques et dérivés aminiques secondaires de fabrication indigène.

On détermine le mécanisme radicalique de formation des gommes par l'autooxydation des alkènes avec formation de peroxydes et hydroperoxydes par analyse I.R. effectuée sur le benzène résulté de la pyrolyse du mélange d'éthane-propane, en rapport de 1/3 comme poids. On décrit l'influence des inhibiteurs mentionnés sur la période d'induction et sur la teneur en gommes, ainsi que la résistance de ces inhibiteurs dans le temps.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 1, p. 50
C.D. 668.41:665.633

1970—an hotărîtor în realizarea marilor obiective ale actualului cincinal

Dezvoltarea complexă și multilaterală a economiei noastre naționale cunoaște permanent o linie ascendentă.

An de an, petroliștii din întreaga țară își aduc contribuția la realizarea unor noi obiective ale construcției socialiste. Mărturie stau rezultatele obținute în primii patru ani ai actualului cincinal. Astfel, prevederile privind producția globală a industriei de petrol și gaze au fost depășite în această perioadă cu peste 1,2 miliarde lei. Depășirea planului de prelucrare a țițeiului în rafinării și valorificarea superioară a acestuia au permis să se obțină pînă la sfîrșitul anului 1969 un plus de 125 mii t benzine și petroluri, 29 mii t uleiuri minerale, importante cantități de hidrocarburi aromatice și de fracțiuni petroliere utilizate în industria petrochimică. De asemenea, în acești ani, productivitatea muncii în activitatea industrială a ramurii petrol a sporit cu aproape 20 %, depășind sarcina prevăzută în planul cincinal pentrn anul 1970.

Succesele amintite constituie o bază temeinică pentru înfăptuirea obiectivelor ce stau în fața petroliștilor în 1970, ultimul an din actualul cincinal și totodată an important pentru a păși pregătiți în viitoarea etapă de dezvoltare a economiei noastre naționale, potrivit Directivelor Congresului al X-lea al partidului.

Pentru realizarea cu succes a programului prevăzut în acest an, sarcinile de plan au fost lansate cu șase luni în urmă, ceea ce a permis o amplă dezbatere în întreprinderile productive, în vederea îmbunătățirii indicatorilor de plan.

În anul 1970, industria petrolului este chemată să facă noi pași înainte pe calea valorificării superioare a țițeiului. Pentru acest an se prevede o producție mai mare cu 560 mil. lei față de prevederile inițiale ale planului cincinal, în condițiile economisirii unor fonduri de investiții de aproape 790 mil. lei. Ce reprezintă aceasta? O creștere a producției globale cu peste 5% față de realizările anului 1969, care se va concretiza în obținerea în plus, față de prevederile planului cincinal, a 100 mii t țiței, 150 mii t benzine și motorine, 10 mii t uleiuri minerale, 21 mii t gaze lichefiate și aproape 1 miliard m^3 gaze naturale și de rafinărie.

O principală sarcină a colectivelor de muncă din întreprinderile de foraj, schelele de extracție, rafinării, este întărirea regimului de economii îndeosebi în ceea ce privește materialele deficitare. Măsurile luate în această privință creează, de exemplu, posibilitatea realizării unor economii de metal de aproape 20 mii t. De asemenea, există posibilitatea scăderii consumurilor tehnologiei în rafinării cu aproximativ 15 mii t țiței și sînt în curs de aplicare noi procedee de recuperare a produselor petroliere din apele reziduale, de reducere a pierderilor prin neetanșeități și evaporare. De altfel în fiecare întreprindere pot fi evidențiate rezerve încă nevalorificate care să aducă o contribuție prețioasă la îndeplinirea ritmică a sarcinilor de plan.

Ramura noastră a pășit în anul 1970 într-o nouă formă organizatorică, menită să realizeze un salt calitativ de importanță primordială pentru sprijinul pe care trebuie să-l acorde economiei naționale. Noile centrale și grupuri industriale sînt chemate să obțină îmbunătățiri concrete în perfecționarea tehnologiilor de exploatare, în reducerea pierderilor la extracția și transportul țițeiului, în domeniul reactivării fondului de sonde inactive, a utilizării forajului de mare adîncime, a valorificării mai bune a rezervelor și asigurării produselor petroliere necesare sectorului de prelucrare.

O succintă trecere în revistă pe sectoare de activitate prilejuiește scoaterea în evidență a obiectivelor propuse pentru acest an. Astfel, principala sarcină în domeniul activității geologice este îmbunătățirea cercetării în zonele mai puțin accesibile. Se știe că activitatea de prospecțiune și explorare este menită să asigure îndeplinirea sarcinilor pe linia creșterii rezervelor de țiței și gaze. Petroliștii din acest sector vor urmări atît extinderea zonelor productive descoperite pînă în prezent, cît și evidențierea unor zăcăminte situate la medie și mare adîncime. După vestul Munteniei, Oltenia, nord-vestul Transilvaniei, iată noi regiuni ale țării cu perspective de a deveni petrolifere. Anul acesta geologii noștri vor activa în Delta Dunării și platforma continentală a Mării Negre.

Colectivele din sectorul de foraj — extracție au pornit din prima lună a noului an, cu entuziasm, la înfăptuirea sarcinilor complexe ce le stau în față în 1970. Dintre acestea amintim: îmbunătățirea programării lucrărilor de foraj, utilizarea mai judicioasă a instalațiilor de foraj, extinderea forajului cu jet, aplicarea rezultatelor bune ale cercetării în domeniul fluidelor de foraj. Aceste măsuri vor contribui eficient la creșterea vitezelor de săpare a sondelor. Totodată, în schelele de extracție, eforturile sînt orientate spre asigurarea unei gospodăriri mai judicioase a rezervelor existente. În acest scop se prevăd măsuri îmbunătățite pentru creșterea factorului final de recuperare a țițeiului din zăcămînt, de extindere a procesului de injecție și de exploatare a țițeiului prin metode subterane.

O problemă deosebit de importantă o constituie modernizarea echipamentului de extracție. În această privință Ministerul Petrolului, în colaborare cu Ministerul Industriei Construcțiilor de Mașini, a stabilit un plan de măsuri care stă la baza asimilării și executării în țară a unui echipament de exploatare a sondelor corespunzător cerințelor dezvoltării în ritm susținut a acestui sector.

Extracția gazului metan înregistrează în 1970 creșteri importante față de anii trecuți. Cu toate acestea se impune o raționalizare judicioasă a consumurilor în scopul utilizării cît mai eficiente a acestei materii prime, în industria chimică și în alte sectoare, cu randamente ridicate. O sarcină permanentă rămîne, deci în continuare acțiunea de economisire a gazelor naturale, precum și a combustibililor lichizi.

Sarcinile de plan pe anul 1970 prevăd prelucrarea unei cantități de țiței sporite față de realizările anului 1969. Colectivelor de muncă din industria de prelucrare a țițeiului le revine totodată sarcina de a obține o valorificare mai bună a tonei de țiței în scopul asigurării necesarului pe piața internă și externă. În această privință există condiții favorabile. La rafinăria Brazi, de exemplu, instalații de construcție modernă ca D.A.V., combinată cu desalinarea electrică, compexul de reformare catalitică, instalația de cocsare întîrziată, complexul de cracare catalitică, asigură condiții pentru obținerea unei valorificări sporite a țițeiului, precum și a

lărgirii gamei de produse la nivelul calitativ apreciat pe piața mondială. Un alt grup de instalații care vor contribui la adîncirea prelucrării secundare și, deci, la creșterea valorificării țițeiului îl reprezintă complexul de instalații pentru majorarea producției de xileni și izomerizarea metaxilenului. Din acest complex se obțin produse de mare puritate : paraxilen pentru chimizare, etilbenzen, ortoxilen, xileni amestec etc. Adîncirea prelucrării secundare duce în același timp la realizarea de hidrocarburi parafinoase ușoare (propan, izobutan, normal-butan și izopentan), care constituie, de asemenea, importante materii prime pentru chimizare.

În acest sector însă se impune extinderea experienței dobîndite în reducerea duratei de revizie a instalațiilor, în găsirea unor noi soluții pentru prelungirea ciclului de funcționare a acestora. Gama sortimentelor va fi lărgită în anul 1970 prin asimilarea unor noi produse — lubrifianți și carburanți — pentru noile motoare auto, tractoarele și locomotivele de construcție românească.

Un rol important în îndeplinirea sarcinilor de plan în acest an îl joacă, după cum s-a arătat, noile obiective industriale. De remarcat în această privință că punerea în funcțiune la termen a noii instalații de cocsare de la rafinăria Brazi și atingerea parametrilor proiectați la instalația de fabricare a xilenilor, de la aceeași rafinărie, dar mai ales a instalațiilor de la noua rafinărie din Pitești, sînt sarcini principale cărora li se acordă cea mai mare atenție, ele contribuind la creșterea prestigiului țării noastre în domeniul exportului de produse petroliere.

Practica activității de șantier și de uzină a arătat cît este de necesar sprijinul cercetării în rezolvarea marilor cerințe ale dezvoltării producției. Rezultatele aplicării cercetărilor elaborate se reflectă, de exemplu, în activitatea schelelor prin creșteri anuale de producție, economii la prețul de cost, venituri etc., a căror valoare depășește de 25 de ori cheltuielile Institutului de foraj — extracție de la Cîmpina.

Generalizarea autofinanțării pe bază de contract și extinderea principiului gestiunii economice proprii în activitatea de cercetare sînt considerate de cercetătorii noștri factori importanți în mobilizarea pentru desăvîrșirea activității creatoare. Ei au ajuns la concluzia că autofinanțarea și gestiunea economică proprie dau cercetării științifice posibilitatea să răspundă în mai mare măsură cerințelor mereu crescînde ale industriei privind modernizarea producției și conducerea științifică, orientează studiile spre valorificarea mai rapidă a cercetărilor încheiate.

Rezultatele obținute în primele săptămîni ale noului an în toate sectoarele industriei petroliere arată că măsurile luate atît pe ansamblul ramurii — prin reorganizarea activității ministerului și marilor unități productive — cît și în fiecare unitate în parte, la fiecare loc de muncă, sînt chezășia viitoarelor succese menite să ducă la obținerea unui bilanț pozitiv al actualului plan cincinal.

Microtectonica unității externe a flișului paleogen din valea Tazlăului Mare

G. Pîrvu

A. DATE GEOLOGICE

1. Componența stratigrafică

Zona Tazlăul Mare-Geamăna Chilii este cuprinsă în unitatea externă a flișului paleogen, și anume în semifereastra Bistriței.

Potrivit datelor din literatura geologică, H. Grozescu (1929), S. Athanasiu (1927), G. Macovei (1953), M. G. Filipescu (1955), I. Băncilă (1965), T. Borș (1951) și L. Turculeț (1955), succesiunea de depozite din regiune poate fi prezentată, pe scurt, după cum urmează :

Eocenul apare la zi numai prin termenii superiori, respectiv prin stratele de Bisericani. Acestea se prezintă cu caracterele faciale bine cunoscute, marne, marne argiloase ușor grezoase, slab cutate, muscovitice, cu spărtură colțuroasă, pe alocuri diaclazate, cuprinzînd uneori intercalații subțiri (2—3 cm) de gresii calcaroase sau de marne grezoase.

În zona cercetată, grosimea stratelor de Bisericani este apreciată la 150—200 m.

Oligocenul stă în continuitate de sedimentare peste stratele de Bisericani. El a fost separat în următoarele complexe litologostratigrafice : complexul gresiei de Lucăcești (20—25 m), complexul menilitelor inferioare (3—4 m), complexul marnelor bituminoase (30—40 m), complexul disodilelor inferioare (70—80 m), complexul gresiilor de Kliwa (250m), complexul disodilelor superioare (120—150 m), complexul menilitelor superioare (5—6 m) și complexul stratelor de Gura Șoimului.

Complexele litologostratigrafice amintite însumează o grosime totală de circa 700 m.

2. Caracterele tectonice

Din punct de vedere tectonic, zona Tazlăul Mare-Geamăna Chilii se caracterizează prin prezența unor serii de cute anticlinale și sinclinale liniare, orientate N—S, cu sau fără deversări spre est. În axele anticlinalelor, nu sînt deschise la zi roci mai vechi decît eocenul superior.

Partea de sud a zonei se caracterizează prin afundarea cutelor anticlinale, care formează aici evidente terminații periclinale (planșa 1).

Cutele identificate se încadrează genetic în stilul tectonic specific Carpaților Orientali, ele fiind rezultatul acțiunii de înaintare cu tendința de ridicare (supraîmpingere) a unui hinterland activ și al rezistenței opuse înaintării hinterlandului de către un vorland pasiv, cu tendința de cedare prin afundare. În această ipoteză se admite existența unor forțe tangențiale centripete, care au imprimat cutelor următoarele caracteristici :

— orientare liniară evidentă, cutele dezvoltîndu-se în fascicule paralele ;

— lungimea cutelor depășește cu mult lățimea ;

— în majoritatea cazurilor suprafețele axiale sînt înclinate (planșele 2 și 3) ;

— similitudine pronunțată a cutelor.

Caracterul de cute similare este determinat de gradul de competență pe care îl au complexele litologice, precum și de grosimea acestora.

Gresiile de Kliwa, care au o grosime mare și care sînt considerate ca roci dure tectonic, au determinat caracterul deformației stratelor și au impus stilul tectonic în zona Tazlăul Mare, formînd cute, în general, simple și cu amplitudini mari.

Disodilele și stratele de Bisericani, considerate ca incompetente și cu o plasticitate mare, au fost comprimate în timpul cutării și împinse în bolta și în talpa cutelor, unde prezintă grosimi mult mai mari, comparativ cu cele din flancuri.

După caracterul geometric al cutelor, în plan vertical acestea au un caracter aproape izoclinal, cu treceri frecvente la structuri imbricate sau la cute falii.

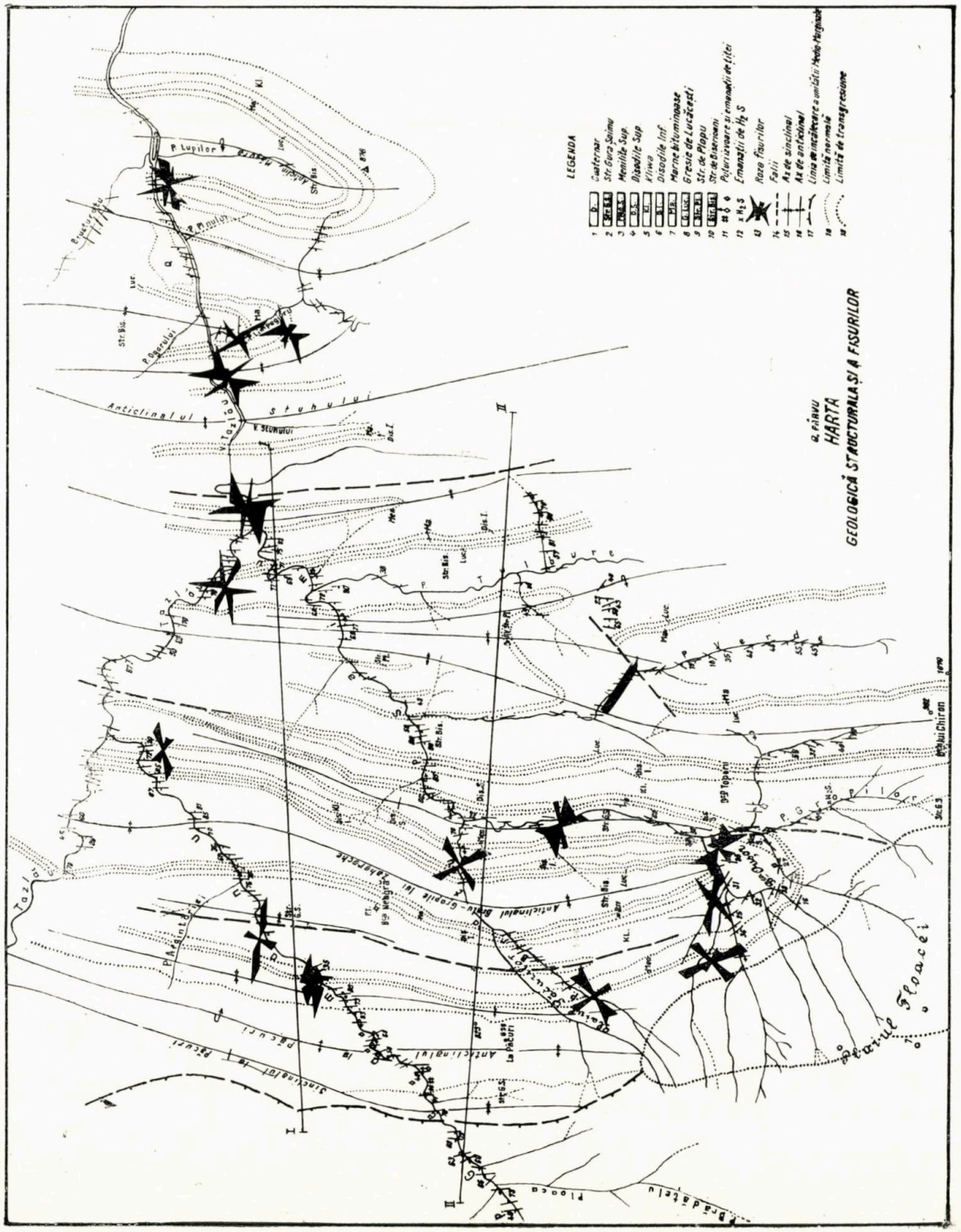
Cutarea și vergența în cazul zonei Tazlăul Mare-Geamăna se datoresc acțiunii combinate a forțelor tectonice tangențiale cu cele gravitaționale.

Sub acțiunea simultană a acestor două categorii de forțe, masele de roci au fost deplasate și deformate cu sau fără schimbare de volum. Deformațiile plastice au dus la formarea structurilor plicative caracterizate prin deformări continue de comprimare, care au dat naștere cutelor și efilărilor, iar deformările rupturale au determinat apariția faliilor și a fisurilor.

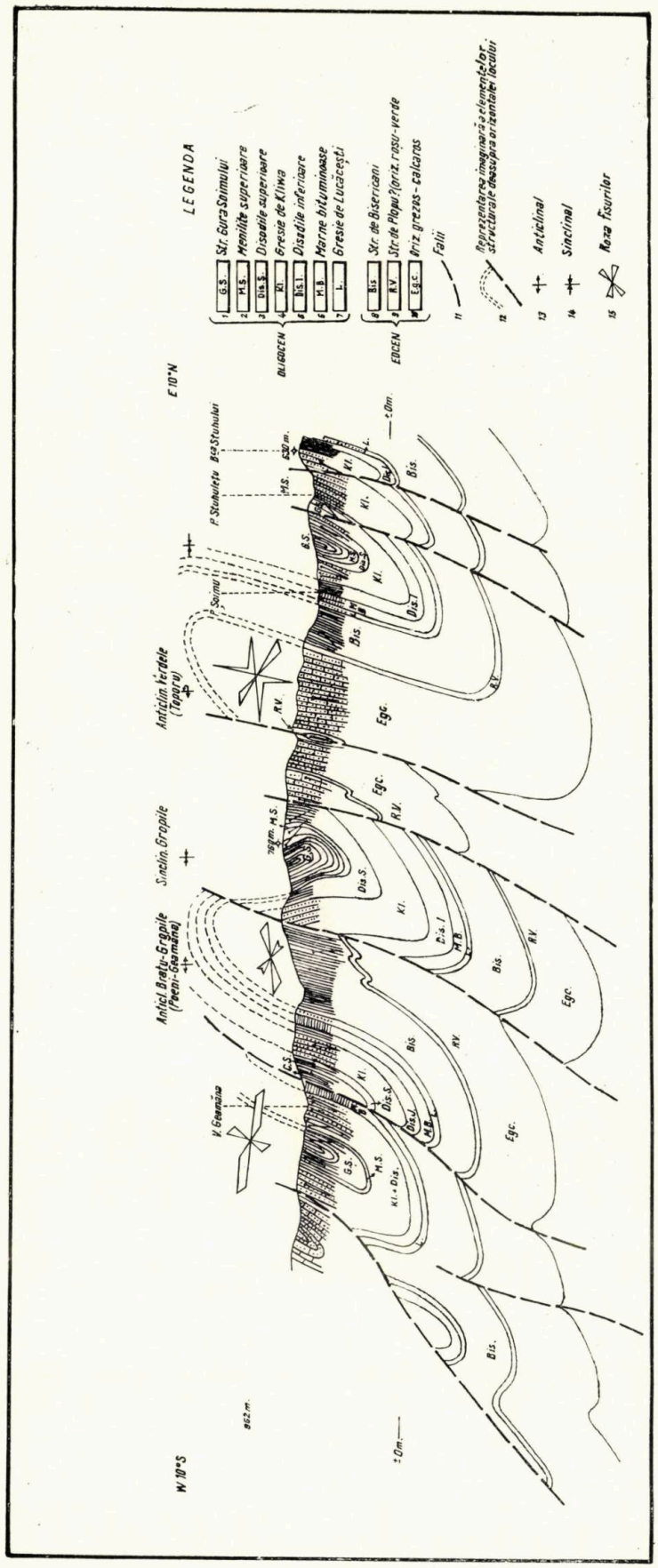
Inițial, forțele tangențiale centripete care au acționat asupra sedimentelor au creat cute simple, de mică amploare. Sub presiunea continuă a forțelor tangențiale, mișcarea pe orizontală a maselor de roci s-a accelerat, iar deformațiile în sediment s-au accentuat, cu deosebire în flancurile anticlinale dinspre

vorland, unde forţa gravitaţională a acţionat intens, ca urmare a creşterii coloanei stratigrafice de roci, punînd în inferioritate forţele tangenţiale care în această parte a cutei pierd din intensitate, în urma ecoului rezistenţei opuse de vorland.

În urma acţiunilor simultane ale forţelor tangenţiale care dezvoltă în flancul anticlinal dinspre hinterland un stress de compresiune paralel cu stratificaţia rocilor (avînd tendinţa de ridicare), cu forţele gravitaţionale care dezvoltă în flancul anticlinal dinspre vorland un stress de compresiune după verticala locului, în rocile flancului dinspre vorland se nasc tensiuni-forţe de întindere, din cauza cărora rocile se efilează şi apoi se rup, formînd mai întîi falii şi apoi cute falii (fig. 1 şi 2). Comportarea diferită a rocilor din cele două flancuri ale cutei se datoreşte rezistenţei diferite pe care o opun rocile la stressurile de compresiune şi de tensiune.



Planşa 1. Harta geologică structurală şi a fisurilor: Tazlăul Mare — Geamăna (Geologia după D. Demetrescu şi R. Botez): *1* — Cuaternar; *2* — Strate de Gura Şoimului; *3* — Menilite; *4* — Disodile superioare; *5* — Gresie de Kliwa; *6* — Disodile inferioare; *7* — Marne bituminoase; *8* — Gresia de Lucăceşti; *9* — Strate de Plopu; *10* — Strate de Bisericani; *11* — Puţuri, izvoare şi emanaţii de ţiţei; *12* — Emanaţii de H_2S; *13* — Roza fisurilor; *14* — Falie; *15* — Ax de sinclinal; *16* — Ax de anticlinal; *17* — Linia de încălecare a unităţii medio-marginale; *18* — Limită normală; *19* — Limită de transgresiune.



Planșa 2. Secțiune geologică (I—I) prin partea centrală a cutelor Bratu — Gropile și Toporu :

1 — Strate de Gura Soimului; *2* — Menilite superioare; *3* — Disodile superioare; *4* — Gresie de Kliwa; *5* — Disodile inferioare; *6* — Marne bituminoase; *7* — Gresie de Lucăcești; *8* — Strate de Bisericani; *9* — Strate de Pîrîul Florii (orizontul roșu-verde); *10* — Orizontul grezos; *11* — Falii; *12* — Reprezentarea imaginară a elementelor structurale, deasupra orizontalei locului; *13* — Anticlinal; *14* — Sinclinal; *15* — Roza fisurilor.

Fig. 2. Cute falii.

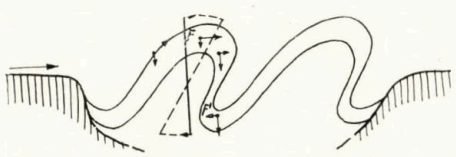


Fig. 1. Efilarea flancului dinspre vorland. Deversarea cutei sub influența cuplului de forțe.

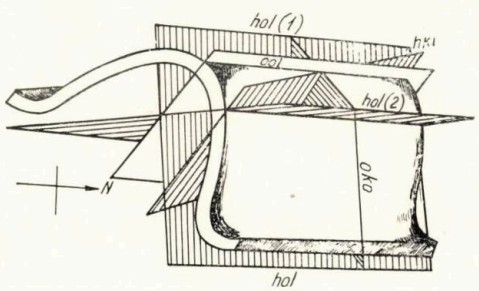
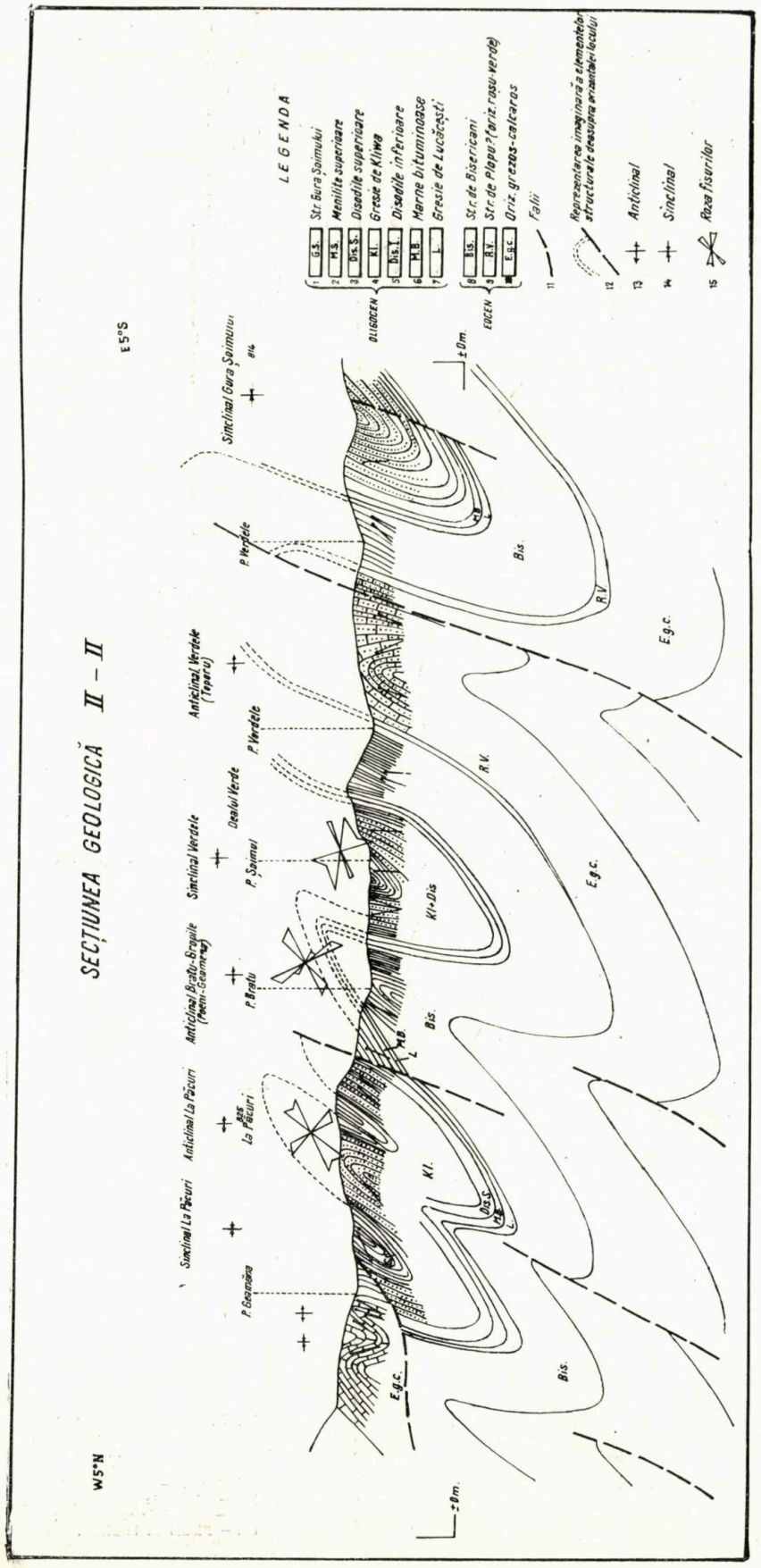


Fig. 3. Bloc diagram reprezentînd intersecția planelor fisurale cu elementele cutei (sectorul Tazlăul Mare).

hol (1 + 2) — Fisuri direcționale de forfecare, conjugate; ;
hkl — Fisuri de forfecare, diagonale;
oko — Fisuri de extensiune;
ool — Fisuri de tensiune.

Forțele gravitaționale generează stressuri de compresiune dirijate după verticala locului și în flancul anticlinal dinspre hinterland, dar ele sînt anihilate de stressurile de compresiune tangențială (componența tangențială), care sînt mult mai mari. Se creează, deci, o



Planșa 3. Secțiune geologică (II—II) prin partea central-sudică a cutelor: Păcuri, Bratu — Gropile și Toporu:
1 — Strate de Gura Șoimului; *2* — Menilite superioare; *3* — Disodile superioare; *4* — Gresie de Kliwa; *5* — Disodile inferioare; *6* — Marne bituminoase; *7* — Gresie de Lucăcești; *8* — Strate de Bisericani; *9* — Strate de Plopu (orizontul roșu-verde); *10* — Orizontul grezo-calcaros; *11* — Falii; *12* — Reprezentarea imaginară a elementelor structurale deasupra orizontalei locului; *13* — Anticlinal; *14* — Sinclinal; *15* — Roza fisurilor.

diferență de stress de compresiune dominată de stressul tangențial.

Momentul cedării rocilor și, deci, al efilării flancului opus direcției forțelor tangențiale centripete corespunde cu momentul creării condițiilor de declanșare a unui cuplu de forțe care a dat naștere unei mișcări de rotație, adică unui început de deversare a cutei (fig. 1). Cele două forțe egale și de sens contrar, necesare formării cuplului s-au localizat una în creasta anticlinalului și alta în talpa lui (fig. 2, F și F'). Cînd forțele F depășesc ca mărime forțele F' iau naștere cutele falii.

După pătratul deformat prin cuplul de forțe al lui M. P. Billings se observă că faliile se orientează paralel cu diagonala lungă a paralelogramului de deformație (perpendicular pe forțele de compresiune). Acest tip de falii este încadrat de Billings în categoria faliilor de încălecare (fig. 2).

Trebuie să admitem că spațiul ocupat inițial de stratele actualmente cutate era mult mai mare, lățimea lui fiind cel puțin egală cu lățimea desfășurată a cutelor actuale. Astfel, cuta (anticlinalul) Bratu-Gropile ar prezenta o lățime medie desfășurată (l md) egală cu 4 600 m, iar lățimea medie a bazei (lmb) ar fi de circa 1 450 m. Rezultă o compresiune absolută de ordinul 32 (lmd — lmb = 46 — 14 = 32) și un grad de cutare de $3{,}28\left(\frac{\text{mbd}}{\text{lmb}} = \frac{46}{14}\ 3{,}28\right)$.

Cuta Verdele (Toporu) ar avea o lățime medie desfășurată de 2 200 m și o lățime medie a bazei de 300 m. Compresiunea absolută ar fi de ordinul 19, iar gradul de cutare de ordinul 7,33.

Datele obținute pe aceste două cute arată că înainte de a fi cutate, sedimentele au avut o lățime medie de circa 3 400 m. Comparînd-o cu lățimea medie actuală (după acomodare la spațiul micșorat), care este de 875 m, reiese că aceasta ar reprezenta circa 26 % din spațiul inițial.

B. MICROTECTONICA DEPOZITELOR PALEOGENE

După gradul de dezvoltare în lungime și după relațiile lor cu stratificația, fisurile cartate în zona Tazlăul Mare-Geamăna se încadrează riguros în cele două categorii cunoscute: fisuri de ordinul I, care traversează mai multe strate și fisuri de ordinul II, care se dezvoltă în limitele unui singur strat.

Cu această precizare, microtectonica zonei Tazlăul Mare-Geamăna Chilii este caracterizată prin prezența a două categorii de fisuri : fisuri de ordinul I și fisuri de ordinul II.

Fisurile de ordinul I. În zona Tazlăul Mare fisurile de ordinul I au fost grupate după modul de intersecție cu elementele cutelor, în trei categorii : fisuri direcționale (de forfecare și de tensiune) paralele cu axa B a cutei ; fisuri transversale (de extensiune) și fisuri diagonale sau înclinate.

a. Fisurile direcționale, după cum s-a amintit, cuprind fisurile de forfecare și fisurile de tensiune.

— Fisurile de forfecare atît în cazul depozitelor eocene, cît și al celor oligocene, taie flancurile cutelor formînd cu planurile axiale ale acestora unghiuri de 30—40°. De asemenea, ele fac unghiuri de 35—45 ° cu direcția forțelor de compresiune a rocilor. Intersecția planurilor fisurale coincide cu axa B a cutelor, care, în cazul nostru, este de cele mai multe ori paralelă cu orizontala locului ; axa A (axa deformațiilor maxime) este paralelă și perpendiculară pe direcția cutei (fig. 3).

În zona Tazlăul Mare, fisurile de forfecare apar totdeauna închise etanș, indiciu că ele nu au un rol important în circulația fluidelor. Frecvența lor este redusă, 1 2 — 4 fisuri la 10 m l.

— Fisurile de tensiune au fost întîlnite în zona axială a cutelor. Cu planul axial ele fac unghiuri de 10—20 °. Sînt totdeauna deschise, prezintă rugozități în cazul gresiilor și linii frînte în cazul calcarelor, al menitelor, al marnocalcarelor. În ansamblu, ele alcătuiesc importante căi de circulație pentru fluide. Au frecvența ceva mai ridicată, 5—6 fisuri la 10 m l, însă sînt limitate la zone restrînse (zona axială).

b. Fisurile transversale taie perpendicular axul cutelor și sînt umplute cu calcită, fapt care dovedește că au jucat un rol important în circulația fluidelor.

Ele sînt întîlnite de regulă în zonele de traversare ale fisurilor prin roci calcaroase, calcaro-marnoase, marnoase și grezo-calcaroase, unde CO_3Ca a fost spălat și apoi depus. Rocile argiloase și argilo-grezoase sînt aproape lipsite de diaclaze, fisurile fiind deschise.

În zona Tazlăul Mare-Geamăna Chilii fisurile transversale (extensiune) au cea mai slabă frecvență, 1—1,5 fisuri la 10 m l. Sînt observate, însă numai în rocile compacte casante sau cu un coeficient de elasticitate foarte redus, gresiile de Kliwa, menilite, gresiile de Lucăcești. Rocile argiloase de tipul stratelor de Biserican și al stratelor de Gura Șoimului nu sînt afectate de astfel de fisuri.

c. Fisurile diagonale din zona cercetată trec oblic axul cutelor și intersectează sub unghiuri diferite toate celelalte sisteme fisurale, indiciu că sub raportul vîrstei, sînt cele mai tinere. Ele sînt totdeauna deschise, reactivînd vechile căi de circulație ale fluidelor. Au o frecvență apropiată de cea a fisurilor de tensiune, 3—4 fisuri la 10 m l.

Prezența fisurilor diagonale și modul în care ele intersectează celelalte două tipuri de fisuri fac ca distribuția și circulația fluidelor în spațiile poroase fisurale să fie asemănătoare distribuției și circulației fluidelor din rocile poroase granulare. Rezultă că rocile fisurate în acest gen pot deveni roci colectoare, atunci cînd fisurile au o frecvență ridicată, la care se adaugă și spațiul fisural al fisurilor de ordinul II.

3. Fisurile de ordinul II

Acest tip de fisuri prezintă caracteristici morfologice şi geometrice asemănătoare fisurilor de ordinul I, de care se deosebesc numai prin apartenenţa lor la un singur strat. Ele sînt principalele elemente microtectonice, care scot pregnant în evidenţă influenţa factorului litologic. În zona Tazlăul Mare-Geamăna Chilii au fost măsurate 1 200 de fisuri de ordinul II, din care 60% revin rocilor casante (menilite, calcare, calcare silicifiate), 30% revin rocilor semicasante (calcare marnoase, gresii şi disodile) şi 10% revin rocilor marnoase şi argiloase. Majoritatea fisurilor de ordinul II sînt deschise, ele constituind căi sigure de circulaţie în interiorul stratului.

În ceea ce priveşte desimea fisurilor de ordinul II, aceasta diferă foarte mult de la un pachet de strate la altul, în funcţie de componenţa şi de structura mineralogopetrografică a stratului şi de grosimea acestuia. Cea mai ridicată frecvenţă o au menilitele (15—20 de fisuri pe m l), urmate de calcarele marnoase şi de disodile şi apoi de gresiile silicioase (gresiile Kliwa), la care s-au identificat maximum 3—4 fisuri la 25—30 m l.

Lipsa accentuată a fisurilor de ordinul II şi chiar de ordinul I în gresiile silicioase poate fi pusă pe seama coeficientului scăzut de tasare a acestei roci, în perioada litificării lor şi pe seama mişcărilor intergranulare.

Pentru menilite situaţia este contrarie. După litificare, ele au dat naştere la orizonturi litologice rigide, cu o limită de plasticitate foarte mică, rocile devenind casante.

Menilitele şi disodilele, în afara celor trei sisteme de fisuri amintite, mai dispun de o serie de fisuri umplute cu un material asemănător mineralogic cu roca gazdă, de care se deosebeşte numai structural. Aceste fisuri nu au direcţii şi contururi clare şi, privite în plan, distribuţia lor aminteşte de fisurile formate prin contracţie, fapt pentru care aici sînt considerate ca diagenetice. Ele prezintă cele mai slabe puncte de rezistenţă în rocă, dezlipindu-se uneori cu mîna, ceea ce denotă că în timpul cutării rocilor ele existau, fiind deranjate din poziţia iniţială.

Urmărind dependenţa distribuţiei şi a dezvoltării fisurilor în funcţie de elementele structurale s-a constatat statistic că, zonele fisurate intens sînt situate totdeauna în apropierea axelor de cute. Sistemele fisurale rămîn însă aceleaşi ca şi în flancurile cutelor.

În ceea ce priveşte cîmpul de forţe care a determinat apariţia celor trei sisteme de fisuri, se pare că acesta aparţine unui cîmp tensional general, rezultat la rîndul său din forţele tangenţiale centripete care formează cute. Datorită deformaţiilor intense provocate de cîmpul tensional general, deosebirea dintre proprietăţile fizico-mecanice ale rocilor se şterge, toate stratele comportîndu-se ca un strat unitar omogen, fapt care împiedică apariţia de tensiuni separate în interiorul stratului. Sistemele de fisuri care apar ca urmare a cîmpului tensional general, trebuie să-şi menţină orientarea în orice punct al structurii, independent de poziţia stratului. Harta geologică structurală şi cea a fisurilor (planşa 1), întocmite după datele de observaţie din teren, scot în evidenţă aceste caractere, majoritatea sistemelor de fisuri orientîndu-se aproximativ identic, indiferent de sectorul structurii. Rezultă că în sectorul Tazlăul Mare-Geamăna distribuţia orientărilor sistemelor principale de fisuri se datoreşte cîmpului tensional general, acţionat de mişcările de cutare. Deci, vîrsta sistemelor de fisuri trebuie considerată sincronă cu vîrsta cutării zonei, deoarece ele sînt genetic legate de aceleaşi procese. Mişcările ulterioare cutării au dus la formarea unor dislocaţii longitudinale sau transversale de diferite ordine, observate în studiul tectonicii regionale la ridicări şi la coboriri în bloc, şi au complicat în unele cazuri tectonica generală sau pe cea de amănunt, dar nu şi-au lăsat amprenta şi nu au influenţat caracterul general al microtectonicii.

C. CONCLUZII

Din cele arătate se observă că în cazul depozitelor cercetate, frecvenţa fisurilor în ansamblu este redusă, ceea ce nu le permite să completeze efectiv capacitatea de înmagazinare a rocilor colectoare. Fisuraţia în zona cercetată rămîne cu un rol bine determinat, şi anume acela de a constitui căi de circulaţie a fluidelor. Capacitatea de înmagazinare revine spaţiilor poroase intergranulare, primare sau secundare. În cazul menilitelor productive, capacitatea de înmagazinare este pusă pe seama microfisurilor care, în urma analizelor microscopice, s-a constatat că în majoritatea lor sînt umplute cu bitumen, iar volumul spaţial fisural corespunde volumului de petrol extras.

BIBLIOGRAFIE

1. Ajghirei, D. G. Strukturalnaia Gheologhia, Moscova, 1956.
2. Băncilă, L. Sur la tectonique des Carpathes Orientales. Carpato-Balkan Geological Association, **VIII.** Congress-Sofia, sept. 1965. Reports. Part. I.
3. Billings, M. P. Geologia structurală. New York, 1949.
4. Buialov, N. L. Geologia structurală şi de teren. Moscova, 1953.
5. Dumitrescu, I. Curs de geologie structurală. Bucureşit, Ed. didactică şi pedagogică, 1962.
6. Filipescu, M. G. Vederi noi asupra tectonicii flişului Carpaţilor Orientali. În rev. Univ. C. I. Parhon şi Polit., nr. 6—7, 1955.
7. Goguel, J. Traité de tectonique, Paris, 1962.
8. Grozescu, H. Geologia zonei marginale a flişului între Moineşti şi Piatra Neamţ. Dări de seamă ale şed. Com. Geol., **VXIII**, 1929.
9. Kosîghin, A. I. Tectonica generală. Bucureşti, Ed. tehnică, 1962.
10. Mihailov, E. A. Bazele geologiei structurale. Moscova, 1958.
11. Sitter, U. L. Structural Geology. Londra, 1956.
12. Stoica, C. Stratele de Gura Şoimului — Tazlău. Catedra de Geol. Generală, Facultatea de Geologie, Bucureşti.

Stadiul actual şi perspectivele de dezvoltare a metodelor geofizice radiometrice în exploatarea zăcămintelor petrolifere

G. I. Peteu

Alături de celelalte metode geofizice (electrice, acustice etc), tehnicile nucleare sînt folosite în mod curent la elucidarea a numeroase şi variate probleme legate de prospectarea şi valorificarea zăcămintelor de ţiţei şi gaze.

Într-adevăr, fără a se subestima rolul celorlalte metode geofizice de sonde, trebuie să se accentueze faptul că diagrafiile nucleare s-au afirmat ca mijloace valoroase de informare asupra caracteristicilor fizice şi litologice ale formaţiunilor geologice şi asupra condiţiilor tehnice de deschidere şi de exploatare a zăcămintelor de hidrocarburi. Metodele nucleare oferă o documentare multilaterală de ordin calitativ şi cantitativ deosebit de utilă ansamblului de preocupări îndreptate spre descoperirea şi valorificarea zăcămintelor petrolifere. Un avantaj în plus îl constituie faptul că tehnicile nucleare sînt adaptate din ce în ce mai mult condiţiilor de investigare în sondele tubate, cimentate.

Dată fiind extinderea considerabilă ca varietate şi volum a aplicaţiilor radiometrice în industria extractivă petroliferă, s-a considerat utilă o prezentare de sinteză axată pe principalele elemente legate, pe de o parte, de proprietăţile rocilor colectoare, iar, pe de altă parte, de condiţiile de exploatare a zăcămintelor de hidrocarburi.

Lucrarea de faţă face o trecere în revistă a principalelor aplicaţii uzuale, actuale sau în curs de dezvoltare, solicitate la obţinerea ansamblului de informaţii care pot asigura o caracterizare cît mai completă cu privire la mediul fizic ce constituie colectoarele şi la condiţiile de exploatare, şi anume :

— caracteristicile petrofizice ;
— litologia formaţiunilor ;
— natura fluidelor de zăcămînt ;
— comportarea zăcămintelor în timpul exploatării ;

pentru care tehnicile nucleare sînt chemate să aducă o contribuţie cît mai largă şi concretă.

Potrivit celor expuse, analiza va grupa tehnicile nucleare pe *obiective* şi pe *considerente de ordin funcţional*, după cum urmează (tabela 1) :

— metode vizînd parametrii petrofizici ai rocilor, care oferă posibilitatea determinării calitative şi cantitative a capacităţii de colector a formaţiunilor investigate ;

— metode ce se adresează caracterizării geologice a formaţiunilor, privind natura litologică (conţinutul în argilă, dolomit etc.), avînd la bază studiul complex al radioactivităţii naturale şi induse ;

— metode urmărind determinarea naturii fluidelor conţinute de colectoare şi limitele de contact al fluidelor ;

— metode cu trasori radioactivi, aplicate la studiul zăcămintelor în cursul exploatării (metode de stimulare a producţiei, recuperarea secundară etc.).

I. TEHNICI NUCLEARE APLICATE LA EVALUAREA CAPACITĂŢII DE COLECTOR

Determinarea capacităţii de colector a formaţiilor străbătute de sonde constituie unul din principalele obiective ale investigării geofizice prin metode radiometrice. Ca metode de bază în evaluarea porozităţii, carotajele neutronice şi de densitate au înregistrat progrese continue, iar prezenţa lor în programele uzuale de investigare atestă larga lor utilizare.

1. Metode neutronice în formă convenţională

(cu surse izotopice de neutroni), avînd ca parametri de investigare procesele de retroîmprăştiere a neutronilor şi de captură a neutronilor termici, continuă să fie prezente în programele de diagrafie pentru evaluarea capacităţii de colector [1, 2, 3].

TABELA 1

Tehnici nucleare aplicate la studiul zăcămintelor petrolifere

Obiectivele urmărite	Tehnici nucleare aplicate. Parametrii determinaţi
I. *Evaluarea capacităţii de colector*	— Carotaje neutronice convenţionale împrăştiere neutroni termici captură gama — Carotajul neutronic — neutroni epitermici — Carotajul neutronic — cu două distanţe — Carotajul gama-gama — Carotajul gama-gama compensat
II. *Litologia formaţiunilor*	— Carotajul gama-radioactivitate naturală (integrală) — idem — cu analiză spectrală — Determinarea radioactivităţii carotelor cu analiză spectrală — Combinare de metode nucleare — Densitate-dispersie neutroni-timp de tranzit — Activarea provocată cu neutroni
III. *Natura fluidului din colector*	— Carotajul pentru clor — Metode folosind neutroni în regim nestaţionar — Carotajul de viaţă a neutronilor — Carotajul prin activare pentru oxigen — Analize radiometrice pe probe de apă — Trasori radioactivi cu comportare selectivă în faza de ţiţei şi de apă
IV. *Comportarea zăcămintelor ; Stimularea producţiei*	— Determinarea zonelor porospermeabile — Controlul fisurării hidraulice — Studiul comportării formaţiilor la tratare cu soluţii acide şi substanţe tensioactive — Studiul comportării zăcămintelor la procesul de recuperarea secundară

Perfecționarea în timp a celor două variante, ca aparatură și tehnică de lucru, precum și aducerea în condiții standard, calibrarea și etalonarea măsurărilor au contribuit la creșterea eficienței metodelor. Studiile teoretice și cercetările experimentale au constituit parte integrantă din ansamblul preocupărilor de îmbunătățire a metodelor neutronice, care au fost și continuă să fie obiectul unui vast material publicat în literatura de specialitate sau discutat în numeroase reuniuni.

În legătură cu performanțele și cu limitările acestor metode se scot în evidență cîteva aspecte legate de factorii ce influențează procedeele uzuale convenționale de determinare a porozității.

Cu toate perfecționările aduse metodelor convenționale, rezultatele obținute în determinarea porozității sînt influențate de mai mulți factori, între care pot fi considerați a avea o contribuție mai importantă :

— variația compoziției chimice a rocilor și a salinității apelor de zăcămînt ;

— variația diametrului nominal al găurii ;

— prezența turtei de colmatare.

2. **În vederea eliminării influenței acestor doi factori,** în ultima perioadă a fost introdus în utilizare industrială un nou tip de aparat de sondă (fig. 1) [4], care deține două elemente de perfecționare, și anume :

— plasarea sistemului de detecție (sursa de neutroni și detectorul) pe o patină elastică, menținută presată pe pereții găurii, care asigură un bun contact cu formațiunea, eliminînd astfel influența variației diametrului găurii și a noroiului ;

— introducerea contorilor de neutroni epitermici — folosind ca element sensibil tritiu sub presiune — a căror detecție permite o mai corectă evaluare a conținutului de hidrogen din formațiune.

Efectul de absorbție a neutronilor de către elementele chimice conținute de apa de zăcămînt sau de alte materiale absorbante de neutroni termici — deși are o pondere însemnată în difuzia termică și captura gama — este relativ neimportant în procesul de moderare a neutronilor de la nivelele de energie înaltă la cele de energie joasă (termică).

Ca urmare, detectarea neutronilor epitermici are avantajul înlăturării în mare măsură a influenței perturbatoare a absorbției termice de către matricea rocii sau mineralizația apei de zăcămînt, permițînd, în consecință, determinarea cea mai simplă și mai eficace a conținutului de hidrogen din formațiuni.

Aparatura perfecționată, cunoscută sub denumirea de SNP (Sidewall Epithermal Neutron Porosity), înregistrează profile calibrate direct în porozitate, în condițiile sondelor netubate cu corecția automată a influenței neuniformității găurii, prin intermediul cavernometrului acționat de patina de presiune. Aparatura SNP este cuplată cu un calculator electronic care permite corectarea și a altor factori : greutatea specifică și mineralizația noroiului, presiunea și temperatura în zona investigată [4, 5].

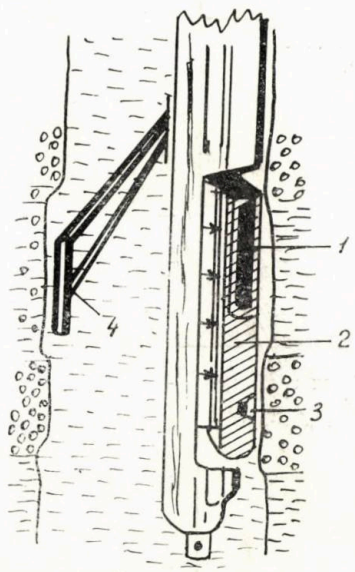


Fig. 1. Aparatul pentru carotaj radioactiv tip Sidevall Epithermal Neutron Porosity (SNP).

Cu ajutorul aparaturii SNP se înregistrează profile calibrate direct în procente de porozitate selectiv pentru gresii, calcare, dolomite. Un exemplu de diagrafie SNP se poate urmări în figura 2, unde se redă un fragment de diagrafie SNP înregistrată în formațiuni de dolomite, împreună cu datele de porozitate obținute pe probe de carote. Nepotrivirile dintre zonele notate cu *I* și *II* se datoresc prezenței gazelor în colector, care a fost corectat cu ajutorul abacelor de corecție introduse în acest scop [4].

Tot în vederea eliminării factorilor perturbatori asupra măsurărilor efectuate cu aparatura fără patină se aplică metoda de corectare a calibrării (recalibrare) în cursul interpretării, prin intermediul a două repere de porozitate extremă (maximă și minimă) înregistrate în diagramele care se interpretează.

Determinarea cantitativă a porozității cu ajutorul metodelor neutronice a intrat în practica uzuală a investigării geofizice.

3. **Studii teoretice recente bazate pe teoria difuziunii mono- și bigrupală a neutronilor,** au precizat că raportul fluxului de neutroni termici la două distanțe este virtual identic cu raportul fluxurilor epitermice — ca o măsură a lungimilor de încetinire ce depinde direct de conținutul în hidrogen al formațiunii [6, 7, 8, 9].

Studiile teoretice întreprinse au demonstrat că variațiile de salinitate ale fluidului din formațiune sau din gaura sondei, ca și schimbările de diametrul găurii și prezența cimentului, nu au practic influență asupra fluxurilor de neutroni la distanțe sursă-detector suficient de mari. Experimentările efectuate pe modele de strate în condiții de similitudine privind mediile colectoare de fluide au confirmat datele teoretice.

Concluziile studiilor și experimentărilor duc la posibilitatea de îmbunătățire a determinării porozității, prin utilizarea de distanțe sursă-detector de 70—90 cm, pentru care sînt necesare fluxuri de neutroni mai mari de 5.10^8 n/s.

4. **Metoda de densitate gama-gama** alături de metodele neutronice, și-a dovedit utilitatea în determinarea porozității rocilor, mai ales în cazul formațiunilor cu porozitate secundară. În dezvoltarea tehnicii de investigare (și a aparaturii) se fac remarcate două variante, și anume [10, 11, 12, 13, 14] :

— varianta considerată clasică convențională, în care valorile înscrise în profile, influențate de o serie de factori, sînt supuse ulterior unor corecții în vederea determinării densității reale a formațiunilor ;

— varianta recent introdusă, care asigură corectarea automată a elementelor ce influențează răspunsul redînd, direct, sub formă de profil corectat, densitatea globală și porozitatea.

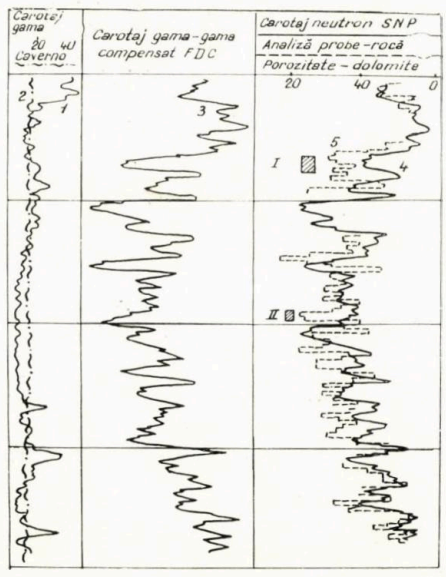


Fig. 2. Exemplu de diagrafie neutronică înregistrată cu aparatura *SNP*, împreună cu alte diagrafii :

1 — carotaj gama ; *2* — cavernometrie ; *3* — carotaj gama-gama compensat — *F.D.C.* ; *4* — carotaj neutronic SNP, *5* — porozitatea rezultată din analiza carotelor.

Date fiind condițiile în care are loc materializarea parametrului urmărit, metoda gama-gama a solicitat preocupări numeroase și multilaterale de studii și cercetări, legate de diferite aspecte ale ansamblului de probleme ce privesc următoarele elemente [10, 11, 14, 15, 16]:

— dependența răspunsului gama-gama de geometria de măsurare (distanța de investigare, grosimea și poziția ecranului, modul de plasare față de formațiune a dispozitivului sursă-detector);

— intensitatea sursei și energia radiațiilor incidente;

— compoziția chimică a mediului (influența raportului $\frac{A}{Z}$, respectiv $\left(\frac{\mu \text{ fotoelectric}}{\mu \text{ compton}}\right)$;

— prezența turtei de colmatare.

De asemenea, a fost studiată, în cadrul unor cercetări pe modele de similitudine, configurația spectrului radiației de retroîmprăștiere în medii poros-permeabile de grosime infinită, precum și influența stratelor subțiri (cazul turtei de colmatere) asupra procesului de retroîmprăștiere [23].

5. **În domeniul aparaturii gama-gama**, avîndu-se în vedere factorii care influențează carotajul de densitate, evoluția aparaturii de sondă a înregistrat trecerea de la modelul clasic, în care ansamblul sursă-detector este presat pe peretele găurii de sondă prin intermediul unei patine (fig. 3, *a*), la sisteme perfecționate, în care cel mai recent (fig. 3, *c*) permite detașarea la comandă a ansamblului sursă-detector de corpul aparatului, asigurînd astfel un contact intim cu formațiunea [13, 14].

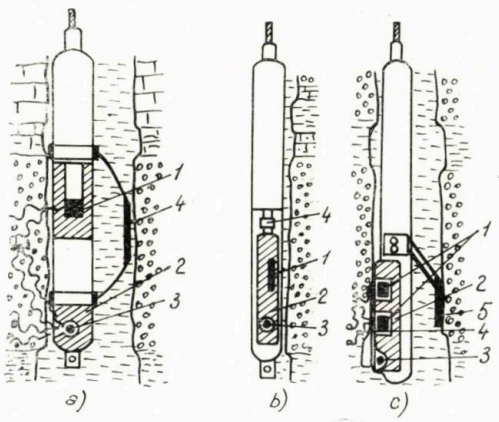


Fig. 3. Evoluția aparaturii de carotaj gama-gama:

a — aparatură convențională cu patină pentru presarea pe peretele găurii; *1* — detector de radiații gama; *2* — ecran absorbant de radiații gama; *3* — sursă de radiații gama; *4* — patină pentru menținerea aparatului presat pe peretele găurii;

b — aparatura adaptată cu ansamblul sursă-detector orientat pe linia de cea mai mare pantă: *1* — contor de radiații gama; *2* — ecran absorbant pentru radiații gama; *3* — sursă de radiații gama; *4* — dispozitiv excentric cu orientare pe linia de cea mai mare pantă;

c — aparatură cu ansamblul sursă-detector plasat pe patina mobilă (aparat tip *F.D.C.* cu doi detectori gama și cavernometru: *1* — contori de radiații gama; *2* — ecran absorbant de radiații gama; *3* — sursă de radiații gama; *4* — dispozitiv-patină conținînd ansamblul sursă ecran-detector; *5* — patină pentru menținerea aparatului presat de peretele găurii (cu cavernometru).

Noul aparat de tip Mud Compensated Density-Log (fig. 3,*c*), folosind avantajele menționate anterior, este echipat cu doi detectori (*1*) plasați pe patina (*2*), la două distanțe diferite față de sursa de radiații (*3*) și recepționează semnalele furnizate de cei doi contori de scintilație și de cavernometrul (*5*). Investigarea la două distanțe simultan cu cavernometria permite obținerea profilului de densitate (semnalul corespunzător detectorului situat la distanța cea mare), corectat de influ nța datorată turtei de colmatare și neregularităților găurii de sondă (semnalul detectorului apropiat) localizate pe cavernogramă.

Se cunosc în prezent mai multe tipuri de aparate pentru carotaj gama-gama compensat, dintre care se exemplifică următoarele:

— Aparatura F.D.C.-Schlumberger, care înregistrează simultan patru parametri (profilul de densitate, profilul *P.S.*, cavernometria și profilul de compensare — de corecție).

— Aparatul C.D.F., introdus de firma PGAC, care înregistrează simultan cinci parametri, și anume: profilul de densitate globală (corectat pentru efectul turtei și al presării patinei), profilul de porozitate globală, diagrama PS, cavernometria și semnalul de corecție. Acestui aparat i s-au adus îmbunătățiri ale sistemului de articulație a patinei, pentru a se asigura un paralelism între patină și formațiune. Aparatul este calibrat pentru valori de densitate globală cuprinse între 2,1 și 2,6 g/cm³. În figura 4 se exemplifică o diagrafie complexă cuprinzînd profilul *P.S.* (*1*), cavernograma (*2*), densitatea globală (*3*) și semnalul de corecție a densității (*4*). După cum se vede din diagramă, factorul de corecție nu are o valoare prea mare, date fiind uniformitatea diametrului găurii și grosimea redusă a turtei de colmatare.

Carotajul de densitate face parte integrantă din programul de investigare destinat formațiunilor cu roci compacte și

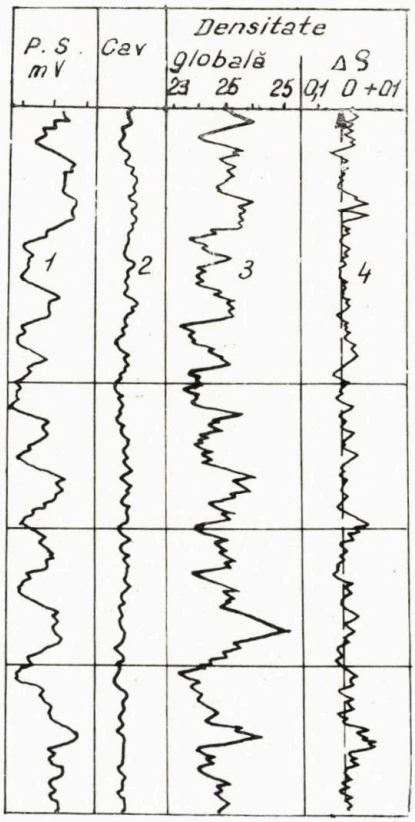


Fig. 4. Exemple de diagrafie înregistrată cu aparatura Density Compensated Log:

1 — profil *P.S.*; *2* — cavernometrie; *3* — profil de densitate compensată; *4* — factor de corecție pentru densitate.

porozitate secundară, ca și al sondelor săpate cu aer sau fluide pe bază de apă (turte de colmataj inexistente sau cu grosime mică).

De asemenea, se obțin rezultate bune și în cazul formațiunilor marnoase, în care densitatea șisturilor argiloase nu diferă de cea a granulelor de nisip.

II. TEHNICI NUCLEARE PENTRU DETERMINAREA LITOLOGIEI FORMAȚIUNILOR AVÎND LA BAZĂ RADIOACTIVITATEA NATURALĂ A ROCILOR ȘI RADIOACTIVITATEA INDUSĂ CU NEUTRONI ȘI CU RADIAȚII GAMA

De la introducerea măsurărilor radioactivității gama în practica investigării zăcămintelor petrolifere, legătura dintre radioactivitatea naturală a rocilor și litologia lor a constituit elementul de bază al interpretării materialului diagrafic realizat de măsurările gama.

1. **Diagrafia gama** furnizează în mod curent informații asupra variațiilor litologice ale succesiunii de strate străbătute de sonde, care ajută la identificarea zonelor poros-permeabile.

Pe parcursul celor trei decenii de utilizare a carotajului gama, perfecționarea aparaturii și a tehnicii radiometrice a

contribuit la creşterea eficienţei acestui instrument de investigare. Sînt de remarcat în acest sens :

— trecerea la măsurări calibrate care să permită exprimarea nivelului de radioactivitate gama al formaţiunilor investigate în unităţi de măsură comparabile ;

— folosirea detectorilor de scintilaţie cu eficienţă ridicată ;

— aplicarea discriminării spectrului energetic al radiaţiei gama.

În domeniul interpretării diagrafiei gama avînd ca obiectiv obţinerea de date litologice, aplicarea procedeului de determinare a gradului de argilizare (a conţinutului în argilă) pornind de la radioactivitatea naturală prin intermediul celor două linii : *linia de bază — linia argilei* constituie un auxiliar preţios în interpretarea profilelor *P.S.* în formaţiuni argiloase.

Introducerea sistemului de corectare a factorilor ce influenţează măsurările gama în găuri netubate sau tubate, influenţă redată sintetic în raportul :

$$\frac{\text{radioactivitate reală}}{\text{radioactivitate aparentă}}$$

a contribuit la creşterea gradului de precizie a metodei şi, prin aceasta, a interesului pentru diagrafia gama.

Cu toate eforturile îndreptate spre creşterea potenţialităţii diagrafiei gama convenţionale, în prezent nu pot fi evidenţiate progrese deosebite în afara caracteristicilor esenţiale ale diagrafiei gama.

2. **Spectrul complex al radiaţiilor gama provenite din formaţiunile geologice a sugerat cercetări orientate spre aplicarea analizei spectrale în investigarea radioactivităţii naturale gama a zăcămintelor petrolifere.**

S-au înregistrat preocupări multiple avînd ca obiectiv punerea în evidenţă a relaţiilor de dependenţă calitativă şi cantitativă dintre litologie, conţinutul în argilă al gresiilor şi al calcarelor etc., pe de o parte, şi prezenţa — integral sau diferenţial — a celor trei componente ale radioactivităţii naturale a rocilor (uraniu 0,6 MeV ; potasiu 1,46 MeV şi thoriu 2,6 MeV), pe de altă parte [18, 19, 20, 21].

În mod special s-a urmărit paralelizarea datelor de spectrometrie pentru U, K, Th cu ansamblul cunoştinţelor asupra acumulării elementelor radioactive în materialul peelitic prezent în formaţiunile geologice ce constituie zăcămintele de hidrocarburi, în vederea aprofundării studiilor legate de geneza şi de migraţia zăcămintelor.

Se remarcă, de asemenea, preocupările îndreptate spre interpretarea cantitativă a profilelor gama naturale.

În legătură cu cele arătate se subliniază faptul că, cu toate preocupările înregistrate pînă în prezent, nu se poate vorbi încă de o practică în domeniul carotajului gama spectral, deşi există multă speranţă în evaluarea curentă a diagrafiei de U, Th şi K.

3. **Determinările radiometrice de laborator pe carote** pot aduce informaţii cu privire la compoziţia chimico-litologică a formaţiunilor. Se exemplifică în acest sens lucrările avînd ca obiectiv determinarea relaţiei dintre radioactivitatea determinată pe probe de calcar şi conţinutul lor în reziduu insolubil [22]. Spectrometria radioactivităţii naturale a formaţiunilor carbonatice s-a dovedit un procedeu util cercetărilor îndreptate spre studiul proceselor în timp la care au fost supuse aceste formaţiuni. Determinarea selectivă a elementelor care intră în componenţa calcarelor şi a dolomitelor a scos în evidenţă — cantitativ — prezenţa radioelementelor U, Th şi K, în următoarele condiţii de discriminare :

— pentru linia spectrală $E = 0{,}6$ MeV se înregistrează 90 % din radioactivitatea provenită de la radiu ;

— pentru linia spectrală $E = 1{,}46$ MeV 94 % din valoarea radioactivităţii se obţine din partea potasiului 40 ;

— pentru linia spectrală $E = 2{,}6$ MeV se înregistrează numai thoriul.

Contribuţia în ansamblu a elementelor Ra, Th şi K la radioactivitatea naturală a unor tipuri de roci (calcar, dolomit, argile, marne, gresii şi alevrolit) este reprezentată la scară tridimensională în figura 5. Din datele înscrise în figură se deduce că pentru calcare contribuţia potasiului variază între 30—47 %, contribuţia thoriului poate ajunge la 85 %, iar cea a radiului pînă la 70—80 %, cu menţiunea că în cazul dolomitelor din jurasic radioactivitatea este datorată îndeosebi radiului (80—100 %), în timp ce potasiul 40 are o contribuţie slabă (sub 50 %, rareori depăşind 10 %).

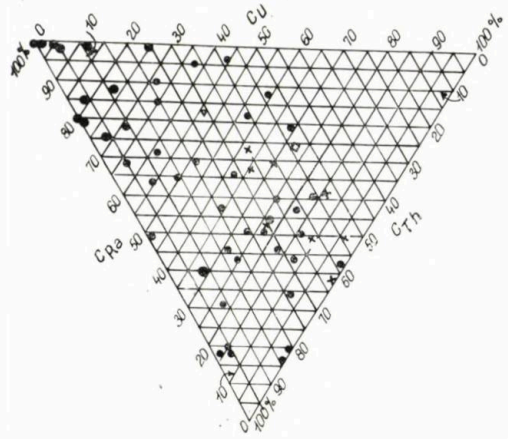


Fig. 5. Contribuţia elementelor Ra, Th, K^{40}, la radioactivitatea naturală a rocilor redată într-o reprezentare tridimensională.

Un alt aspect se referă la posibilitatea de localizare pe această cale a zonelor de dolomitizare secundară prin intermediul raportului mărimilor absolute K — Ra sau a raportului intensităţilor $\frac{I\gamma\ 0{,}6}{I\gamma\ 1{,}46}$ în intervalele respective ale energiilor gama.

De asemenea, s-a stabilit că prezenţa K^{40} este legată de componenţa cea mai fin dispersată a reziduului insolubil, conţinutul în K^{40} diminuîndu-se la calcarele dolomitice şi la dolomit, în timp ce radioactivitatea globală a acestora creşte. S-a definit astfel factorul potasiu-radiu ca un indicator al prezenţei zonelor de dolomitizare.

4. **Combinarea unor metode nucleare cu alte procedee geofizice** în vederea obţinerii de informaţii privind litologia zăcămintelor, respectiv de corectare a influenţei litologiei asupra evaluării capacităţii de colector, apare ca o tehnică modernă, foarte promiţătoare. Astfel, recent, s-au introdus combinări ale diagrafiei gama-gama compensată, respectiv ale diagrafiei neutronice SNP cu diagrafia sonică, prin intermediul cărora se determină elementele de corecţie ale influenţei litologice asupra măsurărilor de porozitate.

Necesitatea cunoaşterii tipului de rocă apare îndeosebi în cazul litologiei complexe ca, de exemplu, al rocilor carbonatice. Combinarea diagrafiei de densitate cu diagrafia neutronică şi acustică s-a materializat într-un sistem de reprezentare „încrucişată" a datelor obţinute, în paralel, prin intermediul celor două metode [1, 23].

În mod practic, se construiesc grafice de dependenţă a porozităţii aparente pentru calcare — respectiv indicele neutronic SNP (în abscisă), faţă de valorile de densitate deduse din diagrafia gama-gama compensată (fig. 6,*a*) sau faţă de valorile timpului de parcurs din carotajul sonic compensat (în ordonată — fig. 6,*b*) şi, de asemenea, pentru dependenţa timpului de parcurs din carotajul sonic faţă de densitatea din carotajul gama-gama compensat (fig. 6,*c*). Într-o astfel de reprezentare „încrucişată", rocile cu litologie diferită se plasează de-a lungul unor „linii de reprezentare" diferite.

În general, formaţiunile întîlnite au matrice complexă, diagrafia „dual㔠cu reprezentare încrucişată va permite stabilirea litologiei formaţiunii investigate, precum şi atribuirea de corecţii corespunzătoare.

După cum se vede din reprezentările grafice menţionate combinaţia „indice neutronic-timp de parcurs" are o rezoluţie mai slabă, deosebirea dintre dolomit — calcar şi anhidrit (mai ales) fiind mai puţin accentuată.

Combinarea datelor carotajului neutronic SNP cu cele ale carotajului de densitate-compensat, conform tehnicii menţionate, s-a dovedit eficientă la determinarea conţinutului de argilă al nisipurilor.

S-au elaborat programe pentru calculatoare care asigură obţinerea într-un timp foarte scurt a informaţiilor dorite privind conţinutul în argilă. Un astfel de program are ca obiectiv determinarea fracţiunii de pori din nisip care sînt

ocupaţi de marnă, prin intermediul diagrafiei „dual" gama gama-acustic, pe baza relaţiei [23, 24] :

$$f_m = \frac{P_A - P_{GG}}{P_A},$$

în care :

f_m este fracţiunea de pori din nisip ocupaţi de marnă ;
P_A — porozitatea indicată de carotajul acustic ;
P_{GG} — porozitatea indicată de carotajul gama-gama.

Aprecierea menţionată s-a dovedit valabilă în cazul nisipurilor marnoase de diferite tipuri deşi, teoretic, relaţia este valabilă numai pentru nisipuri în care argila este repartizată ca o suspensie.

S-a determinat că f_m are o corelare inversă cu permeabilitatea nisipurilor marnoase şi în cazul şisturilor argiloase poate da indicaţii asupra caracteristicilor de colector.

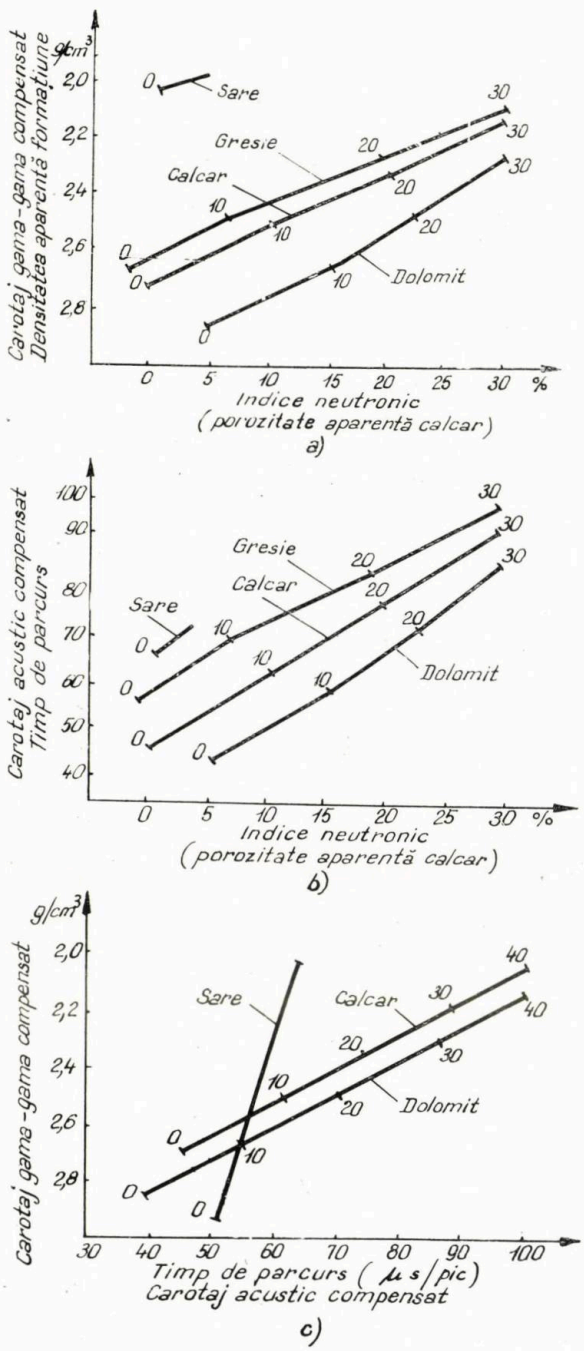


Fig. 6. Reprezentarea dual cuprinzînd combinarea diagrafiei gama-gama compensată cu diagrafia neutronică şi cu diagrafia acustică.

5. **Activarea provocată cu neutroni** constituie o altă tehnică nucleară pentru studiul litologiei, dezvoltată o dată cu introducerea generatorilor de neutroni. Procedeul urmăreşte punerea în evidenţă prin activarea cu neutroni, a unor elemente chimice specifice din compoziţia rocilor, remarcîndu-se în acelaşi timp ca un auxiliar preţios al investigării în varianta carotajului de timp de viaţă a neutronilor.

Procedeul se realizează cu ajutorul generatorului de neutroni în impulsuri adaptat pentru detectarea radiaţiei gama. Tehnica radiometrică permite punerea în evidenţă a elementelor O, Si, Al [25, 26].

Carotajul prin activare cu neutroni pentru siliciu şi aluminiu poate furniza informaţii utile diferenţierii intercalaţiilor de argilă în gresii şi calcar şi determinarea conţinutului relativ de carbonat de calciu în nisipuri calcaroase. De asemenea, carotajul de activare pentru siliciu s-a dovedit util la precizarea constituţiei matricei în cazul a două formaţiuni, dacă au elemente similare sau dacă au conţinut similar de argile.

Determinarea prezenţei unor elemente se realizează prin activarea provocată în puncte (discontinuu) în două variante :

— se înregistrează spectrul corespunzător radiaţiilor gama emise de nucleele excitate în urma interacţiunii lor cu neutronii (radiaţia gama emisă în timpul ciocnirilor elastice a neutronilor cu nucleele respective), punîndu-se astfel în evidenţă prezenţa carbonului ;

— se înregistrează radiaţiile gama emise în urma capturii neutronilor termici (în timpul pauzei dintre impulsuri), evidenţiindu-se prezenţa siliciului, a magneziului, a sulfului.

III. TEHNICI NUCLEARE APLICATE LA DETERMINAREA NATURII FLUIDELOR DE ZĂCĂMÎNT

Exploatarea raţională, economică, a resurselor petrolifere solicită din ce în ce mai mult tehnicilor de geofizică nucleară informaţii cu privire la natura fluidelor de zăcămînt şi la desfăşurarea procesului de exploatare atît în condiţiile sondelor netubate cît, mai ales, ale celor tubate.

În prezent, tehnicile nucleare tind să joace un rol deosebit între metodele de investigare a conţinutului în apă, ţiţei sau gaze al zăcămîntului şi ca mijloace de control efectiv al mersului exploatării, în ceea ce priveşte : limitele de contact ale fluidelor în zăcămînt, modul de avansare a limitei ţiţei-apă, respectiv gaze-apă, direcţia şi viteza de deplasare a apei de zăcămînt, evidenţierea circulaţiei în spatele coloanei etc.

În ideea rezolvării cît mai eficiente a obiectivelor de mai sus, în ultima perioadă s-au înregistrat progrese remarcabile care au dus la introducerea unor tehnici nucleare superioare, menite să asigure informaţii cu eficienţă mult crescută, îndeosebi în condiţiile sondelor tubate şi pentru formaţiuni cu ape de zăcămînt slab mineralizate.

Între metodele neutronice care au evidenţiat posibilităţi largi de furnizare a informaţiilor privind natura şi limita de contact a fluidelor de zăcămînt, pe prim plan se situează *carotajul pentru clor, carotajul timpului de viaţă a neutronilor şi alte variante folosind surse de neutroni în impulsuri.*

1. **Carotajul pentru clor**, bazat pe însuşirile caracteristice de absorbţie ale clorului pentru neutronii lenţi, are o bună eficienţă, evident, în cazul spaţiilor intergranulare mai mari, umplute cu apă cu mineralizaţie ridicată. Aceasta a dus la stabilirea limitării practice a domeniului de utilizare a metodei, în funcţie de porozitatea şi de salinitatea apei de zăcămînt, după cum urmează :

— pentru porozităţi de 25—35 %, salinitatea minimă de 25 g NaCl/1 ;

— pentru porozităţi de 15—25 %, salinitatea minimă de 50 g NaCl/l,

— pentru porozităţi de 5—15 %, salinitatea minimă de 75 g NaCl/l.

Existenţa gazelor în strat face să crească răspunsul din profilul neutronic corespunzător porozităţii, precum şi semnalul ce indică prezenţa clorului pentru un conţinut egal în NaCl al apei de zăcămînt, dacă stratul ar conţine ţiţei. Aceste modificări pot duce la interpretări eronate, apreciindu-se stratele gazeifere, ca acvifere.

În cazul sondelor tubate, rezultatele carotajului pentru clor sînt influenţate şi de prezenţa cimentului din spatele coloanei, datorită valorii diferite a indicelui de hidrogen şi a salinităţii cimentului.

O realizare recentă în domeniul aparatelor Chlorine-Log îl constituie noul instrument pentru detectarea clorului.

Aparatul de sondă de tip cu patină asigură apropierea sistemului sursă-detector de pereții găurii de sondă, și prin aceasta, un contact intim cu formațiunea. Nivelul de detectare între 5—6 MeV poate distinge radiația gama de captură provenită de la lichidul din sondă față de aceea provenită de la fluidul din formațiune. Datele furnizate de acest instrument sînt convertibile în procente de saturație aparentă, în funcție de nivelul energetic al radiațiilor gama interceptate [2].

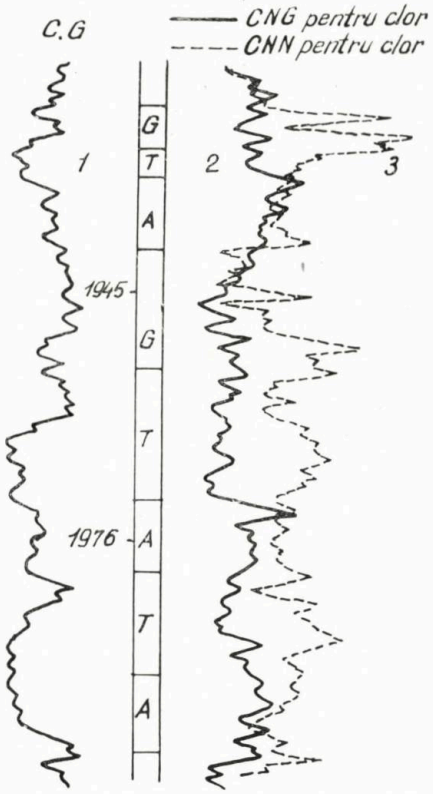


Fig. 7. Diagrafia înregistrată cu aparatul tip Chlorine Log:

1 — profilul de carotaj gama; *2* — profil neutron-gama cu analiză spectrală; *3* — carotaj neutron-neutron.

În figura 7 este ilustrat un exemplu de aplicare a diagrafiei Chlorine-Log la determinarea fluidelor din colector. Se observă că ansamblul constituit din carotajul neutron-gama cu analiză pentru clor și carotajul neutron-neutron indică prezența stratelor cu conținut petrolifer, prin decalajul dintre amplitudinile celor două profile, în mod distinct de stratele acvifere, unde ambele profile înscriu amplitudini de valoare apropiată.

2. Datorită procesului de invadare a filtratului de noroi, metodele neutronice convenționale, avînd o rază de investigare limitată, în general, pot avea o bună rezoluție numai atunci cînd fluidul original din strat și-a reluat locul în zona de interferență a procedeului neutronic respectiv. În asemenea condiții, apar deosebit de avantajoase **metodele bazate pe generatori de neutroni în regim nestaționar**, care, prin variantele create, răspund mai bine situațiilor existente în sondele netubate și tubate [28, 29, 30].

În atenția experimentatorilor există mai multe tehnici de investigare. Iată cîteva exemple în acest sens.

Metodicile elaborate în U.R.S.S., avînd la bază atît detectarea neutronilor (INNK), cît și cea a radiațiilor gama (INGK), au permis studierea factorilor ce pot influența măsurările, și anume [30, 31]:

— geometria măsurărilor (diametrul, poziția aparatului, fluidul din sondă);
— porozitatea și compoziția chimică a formațiunilor;
— grosimea stratului și zona de invadare;
— mineralizarea apei de zăcămînt;
— prezența cimentului din spatele coloanei.

A fost experimentată o tehnică de lucru pentru sondele în extracție, folosind un aparat cu diametrul de 42 mm (pentru tubing), dotat cu scintilatori gama.

— În cazul sondelor cu mai multe orizonturi deschise, din care unele cu presiune de zăcămînt mai mică decît cea a fluidului din sondă, prin punerea în evidență a oxigenului se demarcă stratele care nu produc și sînt invadate.

— Investigarea colectoarelor carbonatice se efectuează după o anumită perioadă de la terminarea forajului, cînd s-a restabilit echilibrul fluidelor din colector.

— O tehnică recent elaborată constă din efectuarea de măsurări neutronice cu sonda închisă și deschisă (eruptiv); prin compararea profilelor înregistrate, se identifică zonele de aflux pentru gaze, țiței și apă.

3. **Carotajul timpului de viață a neutronilor,** folosind ca sursă de neutroni un generator de neutroni în impulsuri, detectează prezența neutronilor în zona de investigare în două etape, în intervalul de repaus dintre impulsuri.

Răspunsul interceptat este determinat efectiv de secțiunea de captură a neutronilor, ca însușire de bază a nucleelor elementelor chimice prezente în formațiunea investigată. Tehnica măsurării este astfel adaptată, încît se așteaptă ca semnalul datorat găurii de sondă să se reducă în suficientă măsură, pentru a nu influența semnalul corespunzător formațiunii [32, 33, 34, 35]. În figura 8 se exemplifică rezultatul obținut de carotajul timpului de viață a neutronilor la determinarea limitei țiței-apă, împreună cu diagrafia electrică convențională și cu carotajul acustic.

Rezultatele obținute de către carotajul timpului de viață a neutronilor constituie un parametru ce poate fi considerat ca similar rezistivității rocilor. În consecință, interpretarea diagrafiei timpului de viață a neutronilor oferă date similare interpretării rezistivității, în sensul că, dacă se cunosc porozitatea și salinitatea apei de zăcămînt, cu ajutorul datelor din carotajul timpului de viață a neutronilor se poate calcula saturația în apă interstițială.

Experiența celor circa patru ani de utilizare arată că măsurări eficiente se obțin la salinități ale apei de zăcămînt ce depășesc 10—30 g NaCl/l, deși au fost obținute rezultate favorabile și în cazul unor formațiuni cu ape dulci [33].

4. **Carotajul prin activare pentru oxigen** constituie, de asemenea, o variantă a tehnicilor nucleare cu generatori de neutroni în impulsuri, avînd la bază reacția nucleară O^{16} (n, p) N^{15} care se produce în condițiile de iradiere cu neutroni de energie înaltă (peste 10,6 MeV). Se realizează astfel un procedeu de investigare selectiv pentru izotopul oxigenului, a cărui răspîndire uzuală este practic în aceeași proporție în roci, indiferent de litologie. Acest lucru, precum și faptul că radioizotopul provenit din activare are caracteristici nucleare distincte de ceilalți radioizotopi formați la iradiere, asigură procedeului o bună rezoluție de investigare pentru evidențierea prezenței oxigenului în fluidele din zăcămînt.

Tehnica măsurării se realizează cu discriminatorul fixat la 2 MeV, pe o bandă de lățime de 1 MeV, în aceste condiții înregistrîndu-se profile pentru oxigen.

Amplitudinile înregistrate în profile nu sînt proporționale numai cu cantitatea de oxigen, fiind legate și de proprietățile de moderator, pentru neutroni, și de absorbant, pentru radiațiile gama provenite de la elementele din compoziția mediului investigat.

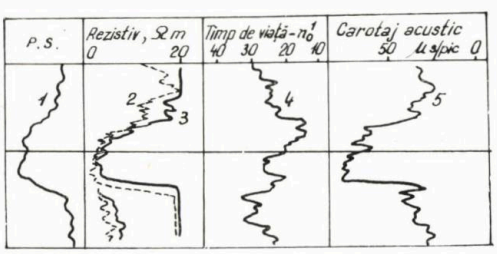


Fig. 8. Exemplu de diagrafie de determinare a naturii fluidului din colector cu ajutorul carotajului timpului de viață a neutronilor și alte metode:

1 — profilul *P. S.*; *2* — rezistivitatea înregistrată cu dispozitiv normal; *3* — rezistivitatea înregistrată cu dispozitiv invers; *4* — profil timp de viață a neutronilor; *5* — profil de carotaj acustic de viteză.

a — combinarea diagrafiei gama-gama compensată — indice neutronic SNP (pentru calcare).

b — combinarea diagrafiei timp de parcurs acustic compensat — indice neutronic (pentru calcare).

c — combinarea diagrafiei gama-gama compensate — timp de parcurs acustic compensat.

În decursul aplicării sale, carotajul pentru oxigen s-a dovedit eficient pentru localizarea interfeței apă-țiței (în condiții normale de investigare a sondelor tubate și în corelarea cu diagrafia neutronică).

5. **Studiile și cercetările în domeniul aplicării generatorilor de neutroni în impulsuri** au avut ca obiective principale aprofundarea unor aspecte de ordin teoretic ale procesului de interacțiune a neutronilor generați în regim discontinuu, care să contribuie la perfecționarea și la extinderea în producție a generatorilor de neutroni.

Printre obiectivele studiilor și ale cercetărilor — efectuate pe modele de strate sau pe sonde experimentale — se menționează : studiul parametrilor de difuzie a neutronilor, cercetarea efectului de invazie a fluidelor de foraj, cercetarea posibilităților de creștere a performanțelor privind determinarea naturii fluidelor din formațiunile investigate, studiul condițiilor de interceptare simultană a fluxurilor de neutroni termici și epitermici etc. [34, 35, 36, 37].

Determinarea contactului țiței-apă, problemă deosebit de importantă în exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi, constituie unul dintre principalele obiective ale investigării pentru care metodele radiometrice pot aduce contribuții deosebit de valoroase. Eficacitate remarcabilă în acest scop a dovedit-o carotajul neutronic în impulsuri (variantele : timpul de viață al neutronilor și timpul de întîrziere al neutronilor termici — T.D.T). Urmărirea radiometrică a contactului țiței-apă în condițiile sondelor nedeschise (strate neperforate) se poate realiza în mai multe moduri [28, 30, 31, 33, 39, 40, 41].

— Se determină contactul țiței-apă prin măsurări singulare după revenirea fluidului original în zona de invadare.

— Se face inițial determinarea poziției contactului prin două măsurări de timp, pînă la revenirea fluidului original în zona invadată.

— Se determină curent contactul țiței-apă, prin intermediul măsurărilor repetate în timp.

6. O altă tehnică de determinare și de urmărire a contactului țiței-apă se bazează pe **variația conținutului în radiu al apei** [42].

În acest sens, au fost efectuate determinări pe probe de apă de zăcămînt, rezultatul analizelor indicînd că procentul de Ra din apele aparținînd aceleiași formațiuni se află într-o anumită dependență față de distanța dintre locul de prelevare a eșantionului și contactul țiței-apă : conținutul în Ra crește pe măsura apropierii de contact. Se întocmesc grafice de dependență a concentrației în Ra în funcție de distanța față de contactul apă-țiței, pentru un anumit zăcămînt. Metoda permite urmărirea deplasării în timp a contactului țiței-apă.

7. Obținerea de informații asupra naturii fluidului din colector în cazul sondelor deschise a fost abordată și **prin intermediul trasorilor radioactivi.** Principiul constă în introducerea în zona investigată a unui lichid marcat radioactiv, cu proprietatea de a reacționa în mod diferit în faza de țiței și în apă, dînd astfel efecte de pătrundere distincte, care să pună în evidență conținutul diferit în fluide al colectoarelor.

Pe linia preocupărilor de a se defini un astfel de procedeu, menționăm încercările de introducere în uz a metodei folosind ca agent chimic naftenatul de sodiu. Acesta, introdus în strat, în prezența ionilor Ca^{2+} și Mg^{2+} trece în naftenat insolubil, care produce blocarea porilor ce conțin apă [43].

Într-o perioadă mai recentă s-a folosit în același scop, al determinării naturii fluidului din colector, țițeiul marcat radioactiv [44, 45]. La injectarea în strat, țițeiul marcat va difuza preferențial în zona petroliferă, de unde, la repunerea sondei în producție, va fi eliminat mai rapid, o dată cu fluidul extras — în comparație cu țițeiul marcat pătruns în zona acviferă — indicînd în acest fel intervalele cu saturație mai ridicată în țiței.

În lucrările cu caracter experimental realizate în ultima vreme, s-au obținut rezultate promițătoare. Experiența acumulată pînă în prezent arată că saturația în țiței a orizonturilor investigate joacă un rol primordial în reușita investigării, în sensul că valorile mici de saturație împiedică obținerea unei eficiențe ridicate.

Asemenea operații s-au efectuat și în șantierele petrolifere din țara noastră, cu această ocazie obținîndu-se informații cu privire la saturația în fluide a colectoarelor, informații care s-au verificat de comportarea ulterioară a sondelor sau cu ocazia programelor aplicate pe baza rezultatelor operațiilor de investigare cu iod-benzen [45].

IV. TEHNICA TRASORILOR RADIOACTIVI APLICATĂ LA STUDIUL ZĂCĂMINTELOR DE HIDROCARBURI

Tehnica trasorilor radioactivi care s-a afirmat ca instrument de rutină cu multiple valențe în ceea ce privește investigarea, studiul și controlul tehnic, este larg aplicată în diferite scopuri conexe studierii zăcămintelor de hidrocarburi.

Oportunitatea aplicării operațiilor cu trasori radioactivi la sonde se materializează în informațiile menite să contribuie la rezolvarea rațională și economică a unor multiple probleme, în condiții în care alte metode ar fi fost mai puțin eficiente, mai greu de aplicat sau mai costisitoare.

Dezvoltarea tehnicii trasorilor radioactivi s-a făcut remarcată prin gama largă de sortimente aplicate și prin generalizarea operațiilor cu trasori radioactivi în tehnologia forajului și a extracției. Pentru o imagine de ansamblu, în tabela 2 se prezintă o sinteză a operațiilor uzuale, grupate pe obiectivele urmărite, cu mențiunea că posibilitățile de adaptare a tehnicii trasorilor radioactivi pun la dispoziție și alte diferite operații.

TABELA 2

Operații cu trasori radioactivi

Operații pentru controlul stării tehnice a sondelor
— Determinarea locului de pierdere a noroiului în strat (în foraj)
— Detectarea locurilor neetanșe din coloană (fisuri, mufe)
— Determinarea zonelor neetanșe din spatele coloanei
— Determinarea comunicației cu intervalele perforate
— Determinarea locului perforaturilor din coloană
Operații pentru controlul cimentării
— Controlul cimentării coloanei (cimentare primară)
— Controlul cimentării sub presiune
— Verificarea etanșeității dopurilor de ciment din coloană (sau gaură netubată)
— Controlul cimentării coloanei prin intermediul unui dop de noroi marcat înaintea pastei de ciment
Operații pentru urmărirea unor procedee tehnologice aplicate în vederea creșterii fluxului din strat în sondă
— Determinarea receptivității (relative) a stratelor
— Controlul acidizării în strat
— Controlul tratamentului cu agenți activi de suprafață
— Controlul injecției de nisip în strat
— Controlul fisurării hidraulice
— Controlul injecției de apă în strat
— Controlul injecției de gaze în strat
— Controlul procesului de dezemulsionare a țițeiului în stațiile de tratare
— Controlul procesului de inhibare a coroziunii echipamentului de fund
— Determinarea profilului de producție a sondei
Operații pentru determinarea conținutului în țiței sau apă al colectoarelor
— Determinarea conținutului stratelor dintr-un complex, cu ajutorul unor substanțe chimic-active, marcate
— Determinarea conținutului stratelor dintr-un complex cu ajutorul țițeiului marcat

În legătură cu dezvoltarea tehnicii trasorilor radioactivi, se remarcă preocupările pentru perfecționarea tehnologiei de lucru și contribuția adusă de diversificarea trasorilor radioactivi folosiți în diferitele genuri de operații, urmare directă a studiilor și a cercetărilor întreprinse în vederea cunoașterii, mai apropiate de realitate, a interacțiunii dintre nuclizii radioactivi și mediul investigat. Pe această linie, se poate sublinia că cercetările și experimentările întreprinse au permis elucidarea diferitelor aspecte ale tehnicii de investigare, în care intervin fenomene complicate de absorbție, schimb izotopic și desorbție, petrecute în mediul complex, unde se desfășoară operațiile (roci cu diferite caracteristici litologice și petrofizice, coloane de tubaj, cimentul din spațiul inelar, fluidele de zăcămînt, soluții acide organice, produși organici etc.). Ca o consecință a acestor studii și experimentări, se menționează crearea de noi trasori radioactivi și creșterea siguranței în interpretare.

Analizele ample ale performanțelor și ale limitărilor tehnicii trasorilor radioactivi în diferite țări cu industrie petrolieră dezvoltată au avut loc și cu ocazia simpozionului AIEA, care s-a ținut la Praga în anul 1966 [47, 48]. Chiar dacă în

ultimul timp nu mai asistăm la o creştere considerabilă ca număr de aplicaţii şi frecvenţă a lucrărilor, este bine să se consemneze tendinţa de îmbunătăţire tehnologică şi a tehnicii de investigare, mai ales în domeniul studiului zăcămintelor de hidrocarburi.

Se poate aprecia că, în stadiul actual, cea mai largă utilizare a procedeelor cu trasori radioactivi în studiul zăcămintelor petrolifere este direct legată de latura informării asupra comportării zăcămintelor în timpul exploatării, asupra modului în care reacţionează formaţiunile exploatate la aplicarea diferitelor procedee tehnologice îndreptate spre creşterea producţiei, respectiv a factorului de recuperare.

În cele ce urmează, se va face o trecere în revistă a stadiului actual al dezvoltării tehnicii trasorilor radioactivi, la controlul operaţiilor tehnologice aplicate în vederea stimulării producţiei, şi a cercetărilor privind comportarea zăcămintelor pe parcursul exploatării.

1. Un prim domeniu se referă la folosirea trasorilor radioactivi la **determinarea zonelor poros-permeabile în sonde netubate,** respectiv a **receptivităţii stratelor în cazul sondelor deschise.**

Operaţiile efectuate în sonde netubate oferă informaţii cu privire la prezenţa intervalelor cu proprietăţi de colector sau a zonelor fisurate, în masa de roci compacte, cum ar fi cazul formaţiunilor cu gresii cimentate şi roci carbonatice.

Procedeul a fost utilizat şi la studierea condiţiilor de traversare, în forajul hidraulic, a formaţiunilor cu anumite caracteristici de porozitate-permeabilitate [48]. În ultimul caz, extinderea mai redusă a procedeului de control radiometric se explică şi prin implicaţiile de ordin tehnologic, datorate folosirii fluidelor de foraj marcate radioactiv.

Recent, pentru realizarea profilelor de receptivitate, s-a folosit Mn^{52} sub formă de H_2MnO_3 care se realizează ad hoc, din reacţia manganului bivalent în prezenţă de H_2O_2. Procedeul are avantajul unei înalte selectivităţi, prin evitarea contaminării radioactive a zonelor din dreptul stratelor nereceptive [49].

2. **Controlul fisurării hidraulice** constituie unul dintre procedeele de largă aplicare, pentru care s-au înregistrat perfecţionări remarcabile ale tehnicii de investigare [50, 51]. Toate acestea au fost posibile prin adaptarea tehnologiei de lucru, în sensul menţinerii aparaturii de carotaj gama în interiorul ţevilor de extracţie pe tot parcursul operaţiei. Trasorul constă, uzual, din nisip sau din sfere din material plastic, marcate radioactiv. Rezultate bune s-au obţinut prin aplicarea unor tehnici de lucru îmbunătăţite, care permit localizarea fisurilor adînci şi a planului orizontal sau vertical în care s-au produs fisurile.

Una din variante constă în adaptarea tehnologiei, astfel încît să existe posibilitatea cercetării în zona dorită pe întregul parcurs al operaţiei. În acest sens, se asigură urmărirea continuă a trasorului, prin intermediul aparaturii de carotaj gama menţinută în timpul operaţiei în interiorul ţevilor de extracţie.

Pe această cale se urmăreşte şi desfăşurarea operaţiilor de fisurare multiplă selectivă, în care scop se marchează radioactiv atît agentul de fisurare, cît şi materialul de blocare parţială a fisurilor.

Un exemplu ilustrînd cele specificate este prezentat în figura 9, în care diagrafia gama succesivă redă etapele operaţiei de fisurare sincronizate cu înregistrarea profilelor, în final precizînd poziţia fisurilor create.

În vederea localizării fisurilor adînci şi a direcţiei planului orizontal sau vertical în care s-au produs fisurile, se folosesc aparate de carotaj dotate cu trei contori plasaţi în acelaşi plan, fiecare dintre ei la un unghi de 120° [51].

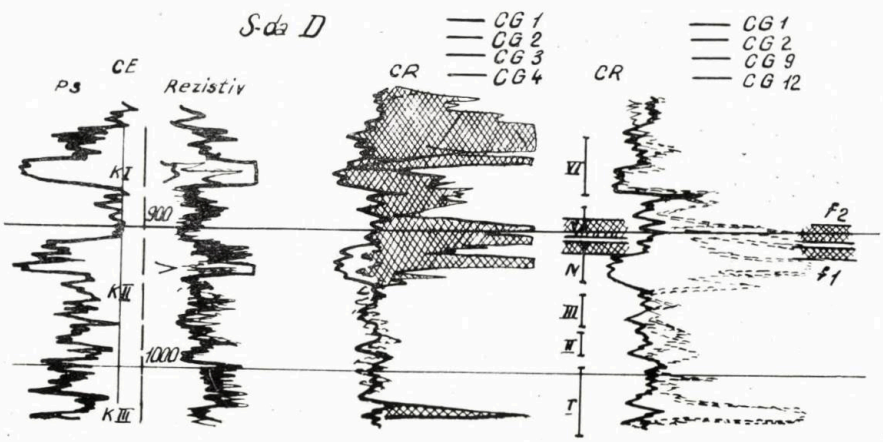


Fig. 9. Exemple de diagrafie înregistrată la controlul fisurării hidraulice : f_1, f_2 — zona în care s-au produs fisurări.

3. **Necesitatea cunoaşterii mai concrete a comportării formaţiunilor în exploatarea la tratare cu soluţii acide şi substanţe tensioactive** a solicitat îmbunătăţirea metodei de cercetare. Pe această linie sînt de remarcat următoarele aspecte [47, 52] :

— perfecţionarea tehnicii de investigare, în sensul urmăririi continue a prezenţei trasorului radioactiv în zona investigată a adus îmbunătăţirea considerabilă a eficienţei acestor genuri de operaţii în determinarea corectă a profilului de receptivitate în condiţii dinamice ;

— o dată cu aceasta a fost posibil să se determine şi profilul de dezadsorbţie a agenţilor activi de suprafaţă ;

— cercetările de laborator au dus la obţinerea unor trasori radioactivi organici corespunzători condiţiilor de diversificare a substanţelor tensioactive uzual folosite.

4. Practicarea metodelor radiometrice cu trasori la studiul **comportării zăcămintelor la procesul de recuperare secundară** a ţiţeiului cunoaşte în prezent o dezvoltare remarcabilă.

Cîmpul larg de aplicaţii şi efectele de ordin economic obţinute au dus la creşterea frecvenţei lucrărilor şi la lărgirea gamei obiectivelor investigate, după cum urmează :

— determinarea intervalelor receptive din complexele de orizonturi supuse procesului de injecţie ;

— detectarea interfaţei de separaţie între fluidul injectat şi fluidul din sondă ;

— determinarea debitului de injecţie şi a cantităţii de apă consumată în procesul de recuperare secundară ;

— punerea în evidenţă a zonelor de canalizare a fluidului injectat în afara intervalelor programate ;

— determinarea distanţei şi a vitezei de curgere a apei de injecţie în zăcămînt.

Într-o măsură apreciabilă a crescut interesul pentru folosirea trasorilor radioactivi în stare gazoasă (sub formă de metan, etan, propan, cripton 85, xenon 133, bromură de etil cu Br^{82}, iodură de etil cu J^{131}), în studiul mecanismului de exploatare, al injecţiei de gaze, al combustiei subterane etc. [47, 53, 54, 55].

Tehnica controlului radiometric al procesului de injecţie se aplică în funcţie de poziţia sondelor de injecţie faţă de sondele productive. În afară de injecţia extraconturală şi intraconturală, în cazul procesului de injecţie adresat unor suprafeţe limitate, de forme definite (panouri), s-a aplicat controlul cu trasori multipli, injectaţi simultan prin mai multe sonde de injecţie, bazat pe detecţia selectivă a trasorilor în sondele de reacţie.

CONCLUZII

Trecerea în revistă a stadiului actual al tehnicilor nucleare curent folosite în exploatarea petrolului ilustrează performanţele şi limitările metodelor radiometrice, contribuţia lor la cunoaşterea cît mai amplă, multilaterală în acelaşi timp cît mai eficientă a caracteristicilor de ordin litologic şi petrofizic ale zăcămintelor, a conţinutului lor în fluide, precum şi a condiţiilor de exploatare.

În legătură cu principalele direcţii ce conturează dezvoltarea în acest domeniu în viitorul apropiat, se menţionează următoarele :

— Dat fiind faptul că metodele nucleare s-au impus ca valoroase mijloace de evaluare cantitativă, atenţia va fi în continuare îndreptată spre perfecţionarea aparaturii şi a tehnicii măsurărilor, inclusiv etalonarea şi corectarea factorilor perturbatori.

— Sînt de aşteptat extinderea generatorilor de neutroni şi diversificarea aplicaţiilor tehnicilor nucleare folosind surse de neutroni în impulsuri.

— Vor fi continuate preocupările pentru valorificarea spectrometriei gama în

domeniul radioactivității naturale, al radioactivității induse și în tehnica trasorilor radioactivi.

— Se vor perfecționa și se vor extinde tehnici nucleare cu eficiență sporită, pentru identificarea naturii fluidelor de zăcămînt și a urmăririi limitei de contact a fluidelor, mai ales pentru sondele tubate.

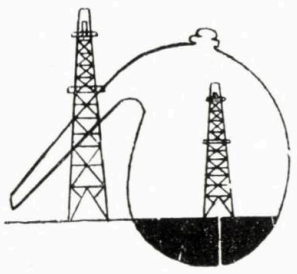
— În elaborarea tehnicilor nucleare se va ține seama de condițiile în care vor fi solicitate să funcționeze aparaturile la sondele de mare adîncime, la temperaturi și la presiuni ridicate.

Preocupările îndreptate spre modernizarea aparaturii și spre aprofundarea teoretică a fenomenelor legate de interacțiunea radiațiilor nucleare și a neutronilor cu mediul complex, ce constituie zăcămintele de hidrocarburi, vor permite, fără îndoială, în viitorul apropiat noi progrese ale tehnicilor nucleare.

BIBLIOGRAFIE

1. Caldwell, R. Nuclear Logging Methods. În : Radioizotopes, **17**, 4, 1968.
2. Alekseev, F. A. The present status of nuclear geophysics and prospects for future developement. Paper SM 68/29, IAEA Simposium on Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics, Warsaw, Poland, 1965.
3. Tittle, C. W. Application of radioisotopic instruments in geophysics. Paper SM/28 IAEA. Simposion on Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics, Warsaw, Poland, 1965.
4. Tittman, J., Sherman, A., Nagel, W. A. și Alger, R. P. The Sidewal Epithermal Neutron Porosity Log. În Journ. Petrol Techn., **18**, nr. 10, 1966, p. 1 351.
5. Breitenbach, E. A. și Hilton, B. E. Recent advances in formation. În : World Oil, april. 1967.
6. Alen, L. S., Tittle, C. W., Mills, W. R. și Caldwel, R. S. Dual spaced neutron Logging for Porosity. În : Geophysics, **32**, nr. 1, febr. 1967, p. 60.
7. Kojevnikov, D. A. Teoreticeskie issledovania v oblasti iadernoi v SSSR. Paper 68/58, IAEA-Simposion on Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics, Warsaw, Poland 1965.
8. Resvanov, R. A., și colab. Rezultati matematiceskovo modelirovania zadaci o prostranstvennovremennom raspedelenii teplovîh neitronov v dvuhsloinoi srede s țilindriceskoi graniței razdela. În : Prikil. Geofizika, **51**, Nedera, 1968, p. 124.
9. Mills, W. R., Jr., Allen, L. S., Seling, F. și Caldwell, R. L. Neutron and gamma ray die-away in a heterogenous sistem. În : Nucl. Applic. 1, 1965, p. 312.
10. Czubec, J. A. Physical posibilities of Gamma-Gamma Logging. Paper SM 68/34, IAEA, Simposion on Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics, Warsaw, Poland, 1965.
11. Backer, P. E. Density Logging With Gamma-Rays. În : Journ. Petrol. Techn., **9**, nr. 10, 1957, p. 289.
12. Tittle, Ch. W. Gamma-Gamma well logging comprising a colimated source and detector. Patent : S.U.A. Cl. 250—83, **3**, nr. 3321, 627—71066—2305.67.
13. Wahl, J. S. Compensated gamma-gamma logging tool using two detectores of different sensivities and specings from the source. Pat. SUA Cl. 250—71.5. nr. 3321625—1012, 62—2305.67.
14. Wahl, J. S. și colab. The dual spacing formation density log. În : Journ. Petrol. Techn. **16**, nr. 12, 1964 p. 1 411.
15. Tittman, I. și Wahl, J. S. The physical foundation density logging (gamma-gamma). În : Geophysics, **30**, nr. 2, 1965, p. 284.
16. Homilius, J. F. și Lorch, S. On the theory of gamma-gamma ray scattering in borholes. În : Geophysical Prospecting **VI**, nr. 4, 1958, p. 342.
17. Peteu, G. I. Étude de la variation de l'intensité de rétrodiffusion gamma dans un milieux poreux en fonction du volume des pores, la densité des fluides contenus et la présence de la mud-cake (en se référant aux conditions d'investigation géophysique). Raport pour l'AIEA, Delft, Hollande, 1967.
18. Palka, K. W. și Turala, M. Sonda pomiarova 64-Kanalowego orwiertowego spectrometru gamma. În : Nukleonika, **12**, 1967, p. 1 207.
19. Novikov, G. F. și Sinitzin, A. Ia. Opît ispolizovania analizatora L SU—5K dlea opredelenia U(Ra)-Th, K, v skvajinah. În : Geofiz. Apparatura, **35**, NEDERA 1968, p. 158.
20. Baleasnii, N. D. Opit spektralnovo gamma-Kvantovkarotaja s ispolizovaniem universalnîh mnogokanalnîh spectrometrov. În : Atomn. Energia, **23**, nr. 1, 1967, p. 73.
21. Belousova, M. G. K vaprosu otzenki estestvenoi radioaktivnosti gornîh-porod po diagrammam gammametoda. În : Tr. Volvogradski nefti gaz prom-sti, **12**, 1967, p. 301.
22. Larionov, V. V. și Schwartsman, M. D. Natural radioactivity of carbonate rocks. Paper S.M. 68/56-IAEA Simposium on Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics, Warsaw, Poland, 1965.
23. Brown, A. A. Seven World Petroleum Congres-Proceding Section I, Mexico, april, 1967, Paper P.D. 3/2.
24. Tixier, M. P., Eaton, F. M., Tanguay, D.R. și Biggs, W. P. Automatic Log Computation at Wellsite Formation Analysis Logs. În : Journ. Petrol. Techn. **17**, ian. 1965.
25. Hayer, W. A. și Rumble, E. C. Field experience in measuring oil content litology and porosity with a high-energy neutron-induced spectral logging sistem. În : Journ. Petrol. Techn. **17**, nr. 7, 1965, p. 801.
26. Wichmann, P. A., Joumans, A. H. și Hopkinson, E. C. Advances in neutron-lifetime logging. În : Journ. of Petrol. Techn., april 1967, p. 479.
27. Reed, H. D și colab. Chlorine logging system comprising detecting 5,0 to 6,5 MeV gamma rays. Patent S.U.A. 350—83 nr. 3, 368.075, febr. 1968.
28. Alexeev, F. A. și colab. Impulsnii skvajinii generator neitronov i ego primenenie v iadernoi geofizike, VNIAGG — Moskova, SSSR — Simpozium po radioizotopnîi priboram v promîslennosti i geofizike-Warsava, 1965, SM 68/60.
29. Arbuzov, B. M. Vasmojnosti impulsnovo neitronneitronnovo metoda pri otzenke nasîscennosti pescianîh kollektorov v usloviah solenovo proniknovenia. În : Tr. Tatarsk neft. **10**, 1967, p. 12.
30. Kildeeva, E. F. O nekatorîh factorah iskadjaiuscih pakazania impulsnovo neitron-neitronnova carotaja. În : Gheologhia nafti i gaza **4**, 1968, p. 61.
31. Arbuzov, B. M. O vlianii shirinî „okna" registratzii pri isslovanieah I NNMT na effectivnosti razdelenia neftevodonasîscennîh Kollectorov. În : Tr. Tatarsk. neft., **10**, 1967, p. 21.
32. Little, J. W. și Joumans, A. H. The neutron-lifetime log-a performance report. În : Oil and Gas Journal, **36**, nr. 36, 1964, p. 165.
33. Marquis, G. L., Wichmann, P. A., și Millis, C. N. Studies of producing reservoirs with the neutron-lifetime log. În : Journ. Petrol. Technol., **18**, nr. 4, 1966, p. 412.
34. Allen, L. S., Mills, W. R. și Caldwell, R. The effecte of fluid invasion in pulsed neutron logging. În : Geophysics **30**, nr. 3, 1965, p. 389.
35. Caldwell, R., Allen, L. S. și Mills, W. R. Jr. Theoretical and experimental model results in neutron-lifetime Logging, Paper SM—68/31. Radioisotope Instrument in Industry and Geophyzics, **2**, Viena 1966, p. 69.
36. Mills, W. R. și colab. Pulsed neutron experiments in a borehole model. În : Nuclear Sci. and Eng. **21**, 1965, p. 346.
37. Sokolov, Ju. I. Izmerenie diffuzionîh neitronîh parametrov kreplennîh skvajin impulsnîm metodov. În : Izv. A. V. SSSR, Fiz. Zeml. **7**, 1967, p. 99.
38. Monaghan, R. Compound scintillation detector for simultaneous detection of thermal and epithermal neutrons. **Patent.** U.S.A. Cl. 250 — 71.5 nr. 3288996, 13.06.63—29.11.66.
39. Smith, W. D. M. Lifetime log find oil trough casing. În : Canad. Petrol **8**, nr. 8 1967, p. 16.

10. Pestrikov, A. C. Ispolizovanie neitronnovo metoda po nadteplovîn neitronam dlea litologiceskovo rasrilennia razreza skvajin videlenia kollektorov i otenki in produktionosti. În : Tr. Volgogradski neft i gaz promsti, **3**, 1965, p. 388.
41. Pinkenson, D. B. şi Goev, Ju. A. Ispolzovanie neitronîh metodov dlea opredelnia tekuscero polojenia vodo-nefteanov i gazonefteanovo v fontaniruiuscih skvajinah mestorojdenii volvogradskii oblasti. În : Tr. Volgogradski neft i gaz. prom-sti, **12**, 1967, p. 291.
42. Sakolovski, Z. V. şi Saakov, S. A. În : Nafteanoe Hozeaistvo **1**, 1967, p. 49.
43. Peteu, G. I. Aplicarea trasorilor radioactivi la investigarea şi exploatarea zăcămintelor petrolifere. Institutul de Documentare Tehnică, Bucureşti, 1961.
44. Sutton, E. W. şi Albright, C. J. În : World Oil, **157**, nr. 4, 1963, p. 73.
45. Peteu, G. I. Utilizarea ţiţeiului marcat cu iodbenzen (^{131}J) la investigarea sondelor petrolifere, în scopul determinării conţinutului în apă sau ţiţei al colectoarelor. În : Petrol şi gaze, nr. 5, 1968.
46. Alexeev, F. A. şi Srebrodolsky, D. M. Employ de radioindicateurs en géophysique. Compterendu SM—84/10. Côlloque sur les radioindicateurs dans l'industrie et la géophysique, Prague, Tchecoslovaquie, 1966.
47. Mott, E. W. şi Dempsey, C. J. A review of radiotracer applications in geophysics in the USA, Paper SM 84/9. Colloque sur les radioindicateurs dans l'industrie et la géophysique, Prague, Tchecoslovaquie, 1966.
48. Obmorîshev, K. M. Primenenie radioactivnîh izotopov dlea otzenki trescinovatosti i filtratzionnîh svoistv produktivnîh gorizontov v miotzenovom komplekse severnogo Sahalina. În : Tr. Vses Geologorazved neft, **47**, 1966, p. 170.
49. Putkaradze, L. A. şi Stepaniant, L. I. În : Neftepromîslovoe delo, 2 febr., 1967, p. 14.
50. Webster, K. R., Goins, W. C. Jr. şi Berry, S. C. A continous multistage fracturing technique. În : Journ. Petrol. Techn., **17**, nr. 6, 1965, p. 619.
51. Juvaghin, J. Gh., Akciasinaov, Ju. A., Acsilgarev, F. A. şi Filippov, C. N. Novaia apparatura dlea kontrolia ghidravlicescogo razriva plasta s pomosciu radioaktivnîh izotopov. În : Geofiz. issled. v. Baskiri, UFA 1965, p. 37.
52. Peteu, G. I. Consideraţii asupra aplicării metodei cu trasoare radioactive la determinarea receptivităţii straturilor în tratamentul cu substanţe tensioactive. În : Petrol şi gaze, nr. 4, 1967.
53. Goudoin, M. şi Comier, J. Étude d'un champ pétrolifère par injection de méthane, étane, propane et butane tritiés ; technique de séparation et de comptage ; étude des possibilités d'échange isotopique à longtherme. SM—84/14, Colloque sur les radioindicaterurs dans l'industrie et la géophysique, Prague, Téchecoslovaquie, 1966.
54. Burwell, E. R. şi Howell, W. D. Krypton-85 traceraids ; evaluation of under ground combustion oilrecovery test. În : Producers-Monthly, **29**, 1965, p. 21.
55. Cambell, G. G., Wertman, W. T. Sterner, T. E. şi Burwell, E. L. Progres report of underground combustion oil-recovery tests in Venango County, Pa. În : Producers Monthly, **28**, nr. 12, 1964, p.12.



Presiunile critice de turtire pentru burlanele fabricate conform standardelor API din oţeluri superioare

M. Olănescu

După cum este cunoscut, coloanele de tubaj sînt supuse la următoarele solicitări principale: întinderea — datorită greutăţii proprii, presiunea exterioară — datorită presiunilor care se dezvoltă în spatele coloanei atunci cînd aceasta este golită total sau parţial şi presiunea interioară — care se produce în legătură cu exploatarea sondei sau cu anumite procedee tehnologice (cimentări sub presiune, fisurări hidraulice etc.). Întinderea poate provoca smulgerea coloanei la una din îmbinările sale filetate sau ruperea ei din corpul vreunui burlan (dacă se folosesc burlane cu îmbinări speciale, avînd rezistenţa la smulgere superioară rezistenţei corpului burlanelor). Presiunea exterioară poate provoca ovalizarea sau chiar turtirea coloanei, iar presiunea interioară — spargerea sa. Dimensionarea coloanelor de tubaj se face, de obicei, la presiune exterioară şi întindere, în final, făcîndu-se şi o verificare la presiune interioară. Dimensionarea părţii inferioare a coloanelor la presiune exterioară (solicitare principală în această zonă) se face pe baza cunoaşterii presiunilor critice de turtire a burlanelor de dimensiunea respectivă, pentru grosimile de perete şi calităţile de oţel standardizate [2].

În S.U.A., în ţările vest-europene, precum şi în numeroase alte ţări, se fabrică şi se utilizează burlane confecţionate după standardele API *. În ultimii ani, folosirea burlanelor API este tot mai răspîndită şi în ţara noastră, mai ales la forajul de mare adîncime, unde utilizarea lor este aproape exclusivă.

Calculul stabilităţii transversale a burlanelor API se face cu ajutorul relaţiilor recomandate de standardul API [3]. Aceste relaţii permit calcularea valorilor minime ale presiunii critice de turtire, în funcţie de calitatea oţelului (reflectată de limita de curgere medie σ_c) şi de dimensiunile burlanelor (diametrul exterior D şi grosimea peretelui t). Relaţiile se aplică diferenţiat, în funcţie de mărimea raportului D/t. Astfel, în domeniul plastic, adică pentru valori $D/t<14$, se recomandă o relaţie de tip Lamé:

$$P_c = 0{,}75 \cdot 2 \cdot \sigma_c \left[\frac{(D/t) - 1}{(D/t)^2}\right] \text{ (kgf/cm}^2\text{)}. \quad (1)$$

* American Petroleum Institute.

Pentru pierderea stabilităţii în domeniul elastic, se recomandă relaţia:

$$P_c = 0{,}75 \left[\frac{4{,}4038 \cdot 10^6}{(D/t)\ [(D/t) - 1]^2}\right] \text{ (kgf/cm}^2\text{)}. \quad (2)$$

Această relaţie a fost dedusă din ecuaţia teoretică a curbei elastice *:

$$P = \frac{2\ E}{1 - \mu^2} \cdot \frac{1}{(D/t)\ [(D/t) - 1]^2}, \quad (3)$$

în care:

E este modulul de elasticitate;

μ — coeficientul lui Poisson.

Relaţiile (1) şi (2) recomandate de vechiul Buletin API 5C2 se menţin şi în Buletinul API 5C2 din 1966 [3]. Pentru calculul presiunilor critice în domeniul intermediar de comportare la turtire, cuprins între valorile raportului D/t de aproximativ 14 şi cele corespunzătoare punctelor de intersecţie a curbelor presiunilor de turtire în domeniul plastic cu curba elastică (fig. 1), s-au introdus relaţii noi de calcul în Buletinul API 5C2 din 1966.

Astfel, conform vechiului Buletin API 5C2, valorile presiunilor critice de turtire ale burlanelor în domeniul intermediar de comportare se calculau cu următoarea relaţie generală, oricare ar fi fost calitatea oţelului [1, 2]:

$$P_c = 0{,}75\ \sigma_c \left[\frac{2{,}503}{D/t} - 0{,}046\right] \text{ (kgf/cm}^2\text{)}. \quad (4)$$

Această relaţie a fost stabilită pe cale experimentală, în urma efectuării unui număr foarte mare de încercări pe burlane reale.

Pentru a cunoaşte domeniul de comportare a burlanelor (plastic, intermediar, elastic) şi pentru a şti, deci, ce relaţie de calcul trebuia să se folosească, se calcula mărimea raportului D/t şi — cunoscînd calitatea oţelului burlanelor — se utiliza [1] familia de curbe redată în figura 1. Spre exemplu, pentru burlane fabri-

* Încercările experimentale au arătat că valorile presiunilor critice de turtire în domeniul comportării elastice reprezintă circa 95% din valorile obţinute cu ecuaţia teoretică (3), dacă în aceasta se înlocuieşte $E = 2{,}10921.10^6$ kgf/cm^2 şi $\mu = 0{,}3$ (în toate relaţiile API, factorul 0,75 s-a aplicat pentru a se obţine valorile minime, din ecuaţiile stabilite pentru valori medii; deducerea sa se bazează pe eroarea statistică a unei ecuaţii de regresie).

cate din oţel P—110, domeniile erau următoarele :

— plastic : $D/t<14$;
— intermediar : $14<D/t<18$;
— elastic : $D/t>18$.

Pentru burlane confecţionate din alte calităţi de oţeluri (J — 55, N—80 etc.), limitele dintre domeniile intermediar şi elastic erau, evident, altele.

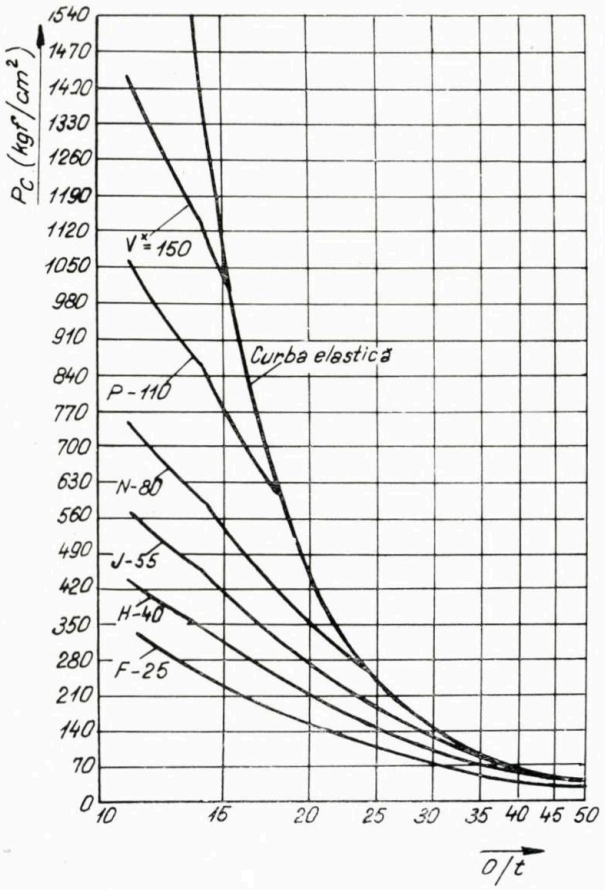


Fig. 1. Curbele presiunilor critice de turtire ale burlanelor pentru diferite valori D/t şi diferite calităţi de oţel, construite după vechile relaţii API.

Buletinul API 5C2 din 1966 [3] nu mai recomandă însă în domeniul intermediar utilizarea generală a relaţiei (4) pentru toate calităţile de oţel. Această relaţie a rămas valabilă numai pentru burlanele confecţionate din oţelurile H—40 şi J—55. Pentru oţelurile superioare C—75 *, N—80, P—105 **, P—110, în scopul determinării presiunii critice minime de turtire, se recomandă alte relaţii diferenţiate, în funcţie de gradul oţelului, după cum urmează :

Grad C—75 :

$$P_c = 0{,}75\ \sigma_c \left[\frac{2{,}656}{D/t} - 0{,}059\right] \qquad (5)$$

Grad N—80

$$P_c = 0{,}75\ \sigma_c \left[\frac{2{,}721}{D/t} - 0{,}063\right] \qquad (6)$$

Grad P—105 :

$$P_c = 0{,}75\ \sigma_c \left[\frac{2{,}940}{D/t} - 0{,}078\right] \qquad (7)$$

Grad P—110 :

$$P_c = 0{,}75\ \sigma_c \left[\frac{2{,}985}{D/t} - 0{,}081\right] \qquad (8)$$

Toate acestea sînt relaţii empirice, de formă Stewart, stabilite pe baza încercărilor la turtire efectuate asupra unui număr foarte mare de burlane laminate; ele pot fi aplicate la fel de bine atît în sistemul de unităţi englezeşti,

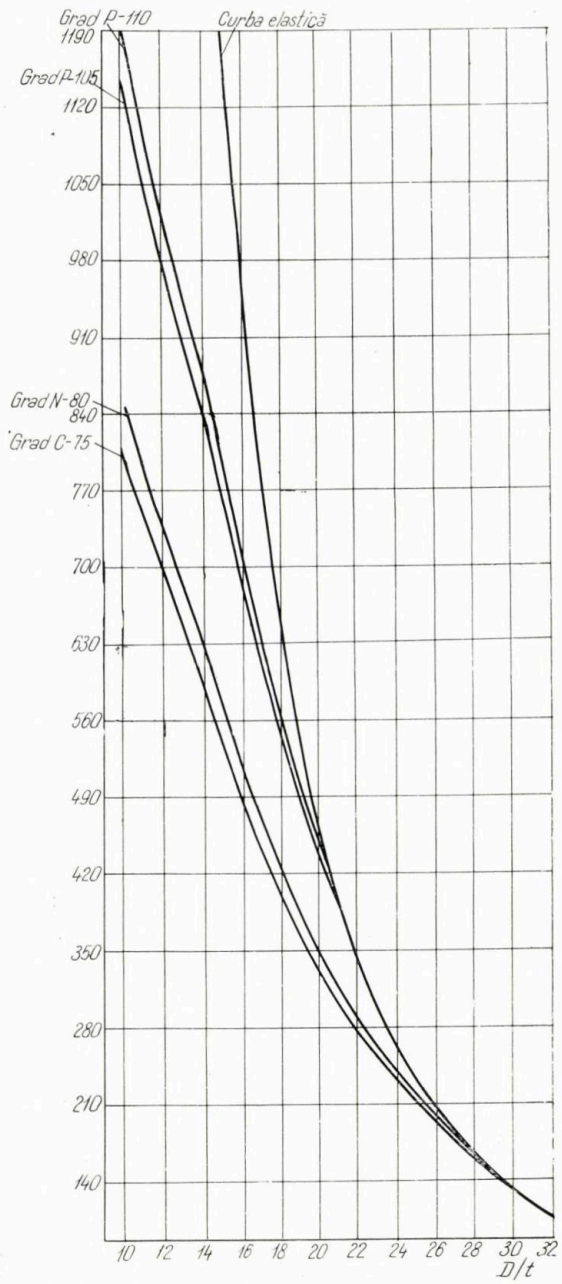


Fig. 2. Curbele presiunilor critice de turtire ale burlanelor fabricate din oţeluri superioare, construite după noile relaţii API.

* Oţel special pentru burlane şi ţevi de extracţie destinate să lucreze într-un mediu sulfuros.

** Oţel folosit în mod curent la fabricarea ţevilor de extracţie ; se utilizează şi la fabricarea burlanelor, dar numai la cererea beneficiarului.

cît și în cel european. Subliniem faptul că relațiile 5—8 dau valorile minime ale presiunilor critice de turtire, în timp ce σ_c reprezintă limita de curgere medie la turtire, care — pentru oțelurile API curent folosite — este următoarea :

Oțel grad	Limita de curgere medie	
	1 bs/sq. in	kgf/cm²
H—40	50 000	3 515
J—55	65 000	4 570
C—75	85 000	5 976
N—80	90 000	6 328
P—105	120 000	8 437
P—110	125 000	8 788

Modificîndu-se însă relațiile de calcul în domeniul intermediar pentru burlanele confecționate din oțeluri superioare, trebuie să fie modificate și curbele presiunilor critice de turtire ale acestor burlane în domeniul respectiv. În caz contrar, nu se pot determina valorile raportului D/t care delimitează domeniul intermediar de domeniul elastic și, deci, nu se mai poate ști cînd se aplică relațiile (5—8) și cînd se aplică relația (4). În plus, presiunile critice stabilite cu ajutorul curbelor din figura 1 nu mai concordă cu valorile calculate cu noile relații (5—8).

În figura 2 se prezintă noile curbe ale presiunilor critice de turtire ale burlanelor în domeniul intermediar, construite pentru diferite valori D/t și pentru oțelurile grad C—75, N—80, P—105, P—110, conform noilor relații API. Au rezultat următoarele valori D/t, care delimitează domeniul intermediar de cel elastic * :

Grad C—75	$D/t = 29$
Grad N—80	$D/t = 28$
Grad P—105	$D/t = 21$
Grad P—110	$D/t = 20{,}4$

Valorile limită ale raportului D/t care separă domeniul intermediar de cel elastic (pentru oțelurile indicate anterior) pot fi deduse și pe cale analitică, prin egalarea relației (2) cu fiecare din relațiile (5—8), în funcție de gradul oțelului care interesează.

Curbele trasate în figura 2 permit și stabilirea presiunilor critice de turtire — cu aproximația inerentă oricărei determinări cu metode grafice — pentru toate dimensiunile de burlane fabricate din oțelurile superioare menționate.

BIBLIOGRAFIE

1. Constantinescu, M. Forajul sondelor adînci. București, Ed. tehnică, 1964.
2. Olănescu, M. Forajul sondelor și exploatarea zăcămintelor de petrol și gaze. București, Ed. didactică și pedagogică, 1966.
3. *** API Bull. 5 C 2. On performance properties of casing and tubing, IX edition. New York, 1966.

* Valoarea raportului D/t care delimitează domeniul comportării plastice de cel intermediar se menține la aproximativ 14 (ca și mai înainte).

Comportarea în regim de gaze dizolvate a unui zăcămînt spălat anterior cu apă

C. Popa

1. În lucrare se prezintă o nouă metodă de exploatare a unui zăcămînt sarmaţian tip bandă cu cap primar de gaze. Exploatarea zăcămîntului cu menţinere de presiune prin injecţie de apă urmează a fi la un moment dat oprită şi continuată în regim de gaze dizolvate, cunoscut fiind faptul că, în faza finală a exploatării, pentru fiecare metru cub de ţiţei extras în plus, trebuie injectată o cantitate tot mai mare de apă.

Comportarea zăcămîntului în timpul procesului de injecţie de apă a fost făcută după teoria lui Buckley şi Leverett [1], în forma propusă de Welge [2].

Pentru descrierea regimului de gaze dizolvate (curgere trifazică), după oprirea procesului de injecţie a fost propusă o nouă metodă, executîndu-se opt variante de calcul pentru a se urmări influenţa gradului de spălare asupra rezultatelor comportării în regim de gaze dizolvate. În acest fel, s-a ajuns la concluzia că este necesar să se execute pentru fiecare zăcămînt un calcul economic detaliat, în care să se aibă în vedere posibilitatea ca la un anumit stadiu al procesului de spălare cu apă, injecţia să fie oprită, iar exploatarea zăcămîntului să continue în regim de gaze dizolvate.

Calculele de prevedere în regim de gaze dizolvate pentru cazul redat aici au fost executate pe o maşină automată de calcul IBM 360/40. Programarea folosită în prezenta lucrare poate fi particularizată pentru calculele executate în prezent în mod curent la prevederea comportării zăcămintelor în regim de gaze dizolvate pornit de la iniţierea exploatării.

1. Spălarea cu apă

Se consideră un zăcămînt petrolifer, fără cap iniţial de gaze şi fără acţiunea apelor marginale de volum poros V_p, care a fost spălat cu apă printr-un proces de injecţie ($P_0 > P_{sat}$).

Cantitatea totală de apă care a fost injectată este W_{inj} astfel încît, conform teoriei lui Buckley — Leverett [1], în galeria sondelor de extracţie saturaţia în apă la ieşire este S_{a_2}, iar în ţiţei este $S_{t_2} = 1 - S_{a_2}$.

Rezultă că pe zăcămînt saturaţia medie în apă este [2]:

$$\overline{S}_a = S_{a_2} + \frac{W_{inj}}{V_p} \cdot (1 - f_{a_2}), \qquad (1)$$

unde:

$$f_{a_2} = \frac{1}{1 + \frac{k_t}{k_a} \cdot \frac{\mu_a}{\mu_t}},$$

k_t şi k_a fiind permeabilităţile relative bifazice pentru ţiţei şi apă, corespunzătoare lui S_{a_2} şi S_{t_2}.

Saturaţia medie în ţiţei pe zăcămînt este:

$$\overline{S}_t = 1 - \overline{S}_a. \qquad (2)$$

Factorul de recuperare obţinut prin spălare cu apă este:

$$\left(\frac{\Delta N}{N}\right)_{inj} = \frac{\overline{S}_a - S_{a\,int}}{1 - S_{a\,int}}, \qquad (3)$$

$(1 - S_{a\,int})$ fiind saturaţia iniţială în ţiţei.

2. Regimul de gaze dizolvate

Cazul discutat aici este cel în care exploatarea în regim de gaze dizolvate are loc după apariţia apei în galeria de extracţie.

Presupunînd că presiunea zăcămîntului este puţin superioară presiunii de saturaţie, practic, în momentul în care a fost oprită injecţia şi exploatarea continuă, începe exploatarea în regim de gaze dizolvate. Din acest moment, k_a, k_g şi k_t vor fi mărimi caracteristice curgerii trifazice.

a. *Ecuaţia saturaţiei în apă*

Pe unitatea de volum de pori, cantitatea de apă extrasă este egală cu variaţia saturaţiei în apă în acel volum. Deci plecînd de la presiunea iniţială şi ajungînd la presiunea P_i:

$$\Delta A_i' = \overline{S}_a - (S_a)_i, \qquad (4)$$

b. *Ecuaţia raţiei apă—ţiţei*

Făcînd raportul dintre debitul de apă extras şi debitul de ţiţei extras în condiţii de zăcămînt, în momentul în care presiunea medie pe zăcămînt este P_i, rezultă:

$$RAT_i = \left(\frac{k_a}{k_t} \cdot \frac{\mu_t}{\mu_a} \cdot b_t\right)_i. \qquad (5)$$

c. *Ecuaţia saturaţiei în ţiţei*

Pentru determinarea ecuaţiei saturaţiei în ţiţei se pleacă de la ecuaţia de bilanţ material pentru gaze, care se poate scrie [3, 4] astfel: Nm^3 gaze iniţial = Nm^3 gaze produse + Nm^3 gaze rămase.

Fie N rezerva de țiței existentă în zăcămînt după spălarea cu apă :

Nm^3 gaze inițial $= N \cdot r_0$

Nm^3 gaze produse $= \Delta G_i$ (de la presiunea inițială pînă la presiunea medie pe zăcămînt, P_i)

Nm^3 gaze rămase în zăcămînt = Nm^3 gaze rămase în soluție + Nm^3 gaze libere $= (N - \Delta N_i) \cdot r_i + \dfrac{N \cdot b_{t_0} - (N - \Delta N_i)\, b_{t_i} + \Delta A_i}{b_{g_i}}$,

unde s-a considerat că factorul de volum al apei $b_{a_0} = b_{a_i} = 1$, iar rația de gaze în soluție $r_a = 0$.

Rezultă :

$$N \cdot r_0 = \Delta G_i + (N - \Delta N_i) \cdot r_i + \frac{N \cdot (b_{t_0} - b_{t_i}) + \Delta N_i \cdot b_{t_i} + \Delta A_i}{b_{g_i}},$$

Pe unitate de volum de pori :

$$\Delta N'_i = \frac{\overline{S}_t}{b_{t_0}} - \left(\frac{S_t}{b_t}\right)_i$$

Deci :

$$\Delta G'_i = \frac{\overline{S}_t}{b_{t_0}} \cdot \left(r_0 - \frac{b_{t_0}}{b_{g_i}}\right) - \left(\frac{S_t}{b_t}\right)_i \cdot \left(r - \frac{b_t}{b_g}\right)_i - \frac{\Delta A'_i}{b_{g_i}} \qquad (6)$$

d. *Ecuația rației gaze-țiței*

Este dată de rația de gaze existente în soluție în unitatea de volum de țiței, la care se adaugă cantitatea de gaze ce însoțește în condiții de zăcămînt fiecare unitate de volum de țiței, într-un moment în care presiunea medie pe zăcămînt este P_i :

$$RGT_i = \left(r + \frac{k_g}{k_t} \cdot \frac{\mu_t}{\mu_g} \cdot \frac{b_t}{b_g}\right)_i. \qquad (7)$$

Pe o anumită cădere de presiune de la $P_{(i-1)}$ la P_i, cantitatea de apă care se scoate pe etapă rezultă din ecuația (4) :

$$\Delta(\Delta A')^i_{i-1} = \overline{S}_a - (S_a)_i - \Delta A'_{i-1}. \qquad (8)$$

Pe de altă parte, această cantitate de apă rezultă înmulțind media rației apă-țiței pe etapă, cu cantitatea de țiței extrasă în această etapă.

Deci, folosind ecuația (5), rezultă :

$$\Delta(\Delta A')^i_{i-1} = \frac{1}{2} \cdot \left[\left(\frac{k_a}{k_t} \cdot \frac{\mu_t}{\mu_a} \cdot b_t\right)_{i-1} + \left(\frac{k_a}{k_t} \cdot \frac{\mu_t}{\mu_a} \cdot b_t\right)_i\right] \times \left[\frac{\overline{S}_t}{b_{t_0}} - \left(\frac{S_t}{b_t}\right)_i - \Delta N'_{i-1}\right]. \qquad (9)$$

Cantitatea de gaze extrasă pe aceeași etapă de cădere de presiune rezultă din ecuația (6) :

$$\Delta(\Delta G')^i_{i-1} = \frac{\overline{S}_t}{b_{t_0}} \cdot \left(r_0 - \frac{b_{t_0}}{b_{g_i}}\right) - \left(\frac{S_t}{b_t}\right)_i \cdot \left(r - \frac{b_t}{b_g}\right)_i - [\overline{S}_a - (S_a)_i] \cdot \frac{1}{b_{g_i}} - \Delta G'_{i-1}. \qquad (10)$$

Această cantitate de gaze extrasă pe etapă poate fi aproximată cu media rației gaze-țiței pe această etapă, înmulțită cu cantitatea pe țiței extrasă în această etapă :

Deci, folosind ecuația (7), rezultă :

$$\Delta(\Delta G')^i_{i-1} = \frac{1}{2} \cdot \left[\left(r + \frac{k_g}{k_t} \cdot \frac{\mu_t}{\mu_g} \cdot \frac{b_t}{b_g}\right)_{i-1} + \left(r + \frac{k_g}{k_t} \cdot \frac{\mu_t}{\mu_g} \cdot \frac{b_t}{b_g}\right)_i\right] \cdot \left[\frac{\overline{S}_t}{b_{t_0}} - \left(\frac{S_t}{b_t}\right)_i - \Delta N'_{i-1}\right]. \qquad (11)$$

Pe o anumită cădere de presiune de la P_{i-1} la P_i, cantitatea de apă extrasă și rezultată din ecuația (8) trebuie să fie egală cu cantitatea de apă rezultată din ecuația (9), iar cantitatea de gaze extrase pe această cădere de presiune și calculată cu ecuația (10) trebuie să fie egală cu cantitatea de gaze rezultată din ecuația (11).

Printr-un procedeu de dublă încercare și eroare se pot determina saturațiile S_a și S_t (respectiv S_o) medii, pe întregul zăcămînt, existente la sfîrșitul unei anumite etape de cădere de presiune.

3. Modul de lucru

1. Se cunoaște modul de variație a parametrilor r, b_t, b_g, μ_t, μ_g cu presiunea. Se cunoaște, de asemenea, modul de variație a permeabilităților relative trifazice k_a, k_t, k_g cu saturațiile S_a, S_t, S_g.

2. Se calculează cu ecuațiile (1) și (2) saturația în apă S_a și saturația în țiței S_t, medii pe zăcămînt, la începutul procesului de exploatare în regim de gaze dizolvate.

3. Se dă o cădere de presiune ΔP_1, la sfîrșitul căreia există o presiune medie pe zăcămînt P_1. La atingerea acestei presiuni se presupune că saturația în apă are o valoare S_a, iar saturația în țiței o valoare dată S_t. Rezultă evident o anumită valoare pentru S_g.

4. Se calculează cu ecuația (8) cantitatea de apă extrasă pentru căderea de presiune de la P_{sat} la P_1.

5. Se calculează cu ecuația (9) cantitatea de apă extrasă pe această cădere de presiune, folosind pentru aceasta valorile permeabilităților relative trifazice corespunzătoare saturațiilor date la punctul 3.

6. Se compară cantitatea de apă rezultată din ecuația (8) cu cantitatea de apă rezultată din ecuația (9). Dacă cele două cantități nu sînt egale, pentru același S_t dat la punctul 3 se ia

un nou S_a și, deci, rezultă un nou S_g. Calculele se reiau începînd cu punctul 4 și se repetă pînă cînd se găsește un S_a pentru care cantitatea de apă rezultată din ecuația (8) va fi egală cu cea rezultată din ecuația (9).

7. Cu valoarea dată de noi lui S_t, în cadrul punctului 3, și cu S_a rezultat la punctul 6 se calculează cantitatea de gaze extrasă pe etapa dată de cădere de presiune atît cu ecuația (10), cît și cu ecuația (11).

În cadrul ecuației (11) se vor folosi valorile permeabilităților k_g și k_t corespunzătoare acestor saturații.

8. Dacă cele două rezultate obținute din ecuațiile (10) și (11) nu sînt egale, se dă o nouă valoare lui S_t și calculele se reiau începînd cu punctul 4. Calculele se repetă pînă cînd se obțin valori de saturație în apă și țiței (respectiv gaze) pentru care cantitatea de apă rezultată din ecuația (8) este egală cu cea rezultată din ecuația (9), iar cantitatea de gaze extrase pe această etapă de cădere de presiune și rezultată din ecuația (10) este egală cu cea rezultată din ecuația (11).

9. Calculele se repetă pentru o nouă cădere de presiune.

Prin acest procedeu, în care se execută o dublă încercare și eroare, se pot determina saturațiile S_a și S_t (respectiv S_g), medii pe întreg zăcămîntul, existente la anumite presiuni medii date de zăcămînt. Folosind apoi ecuațiile (4), (5), (6) și (7) se poate deduce dinamica zăcămîntului exploatat în acest regim.

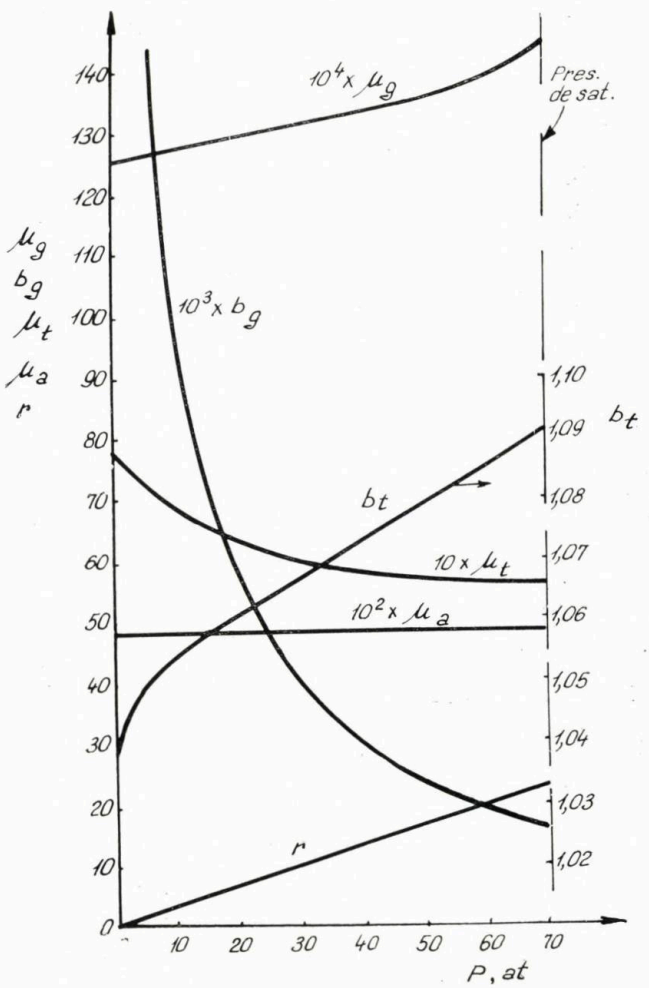


Fig. 1.

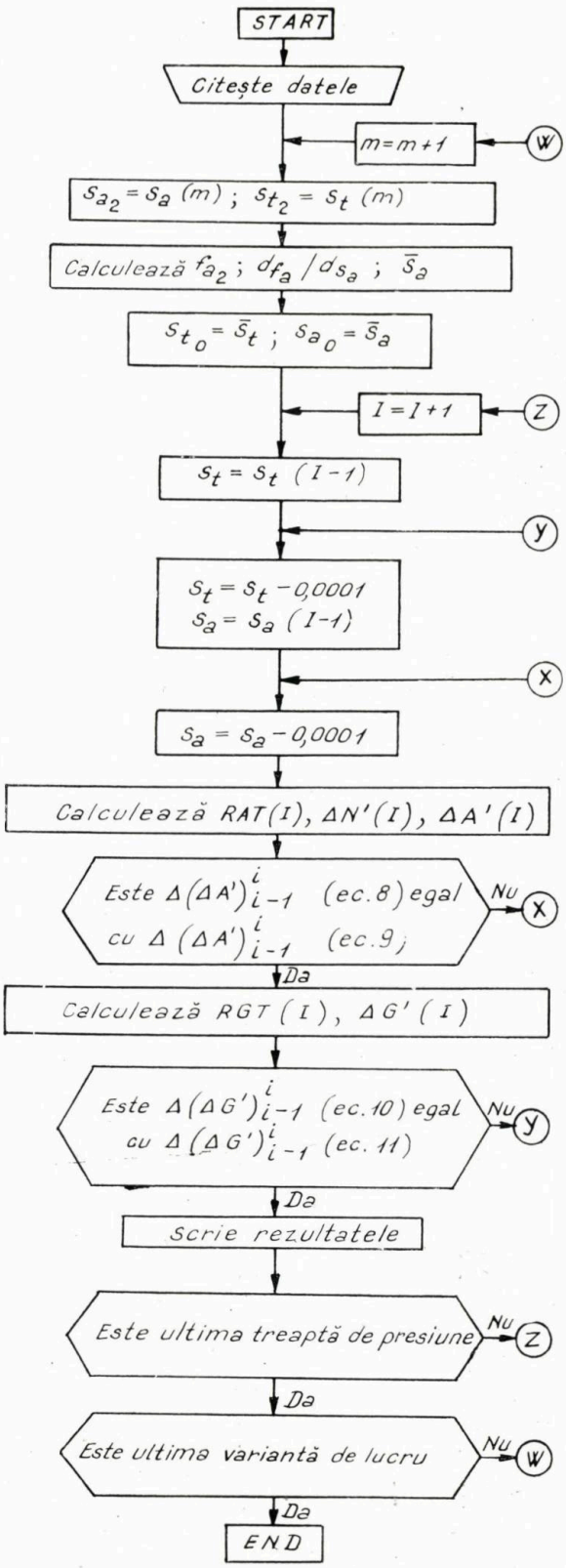


Fig. 2.

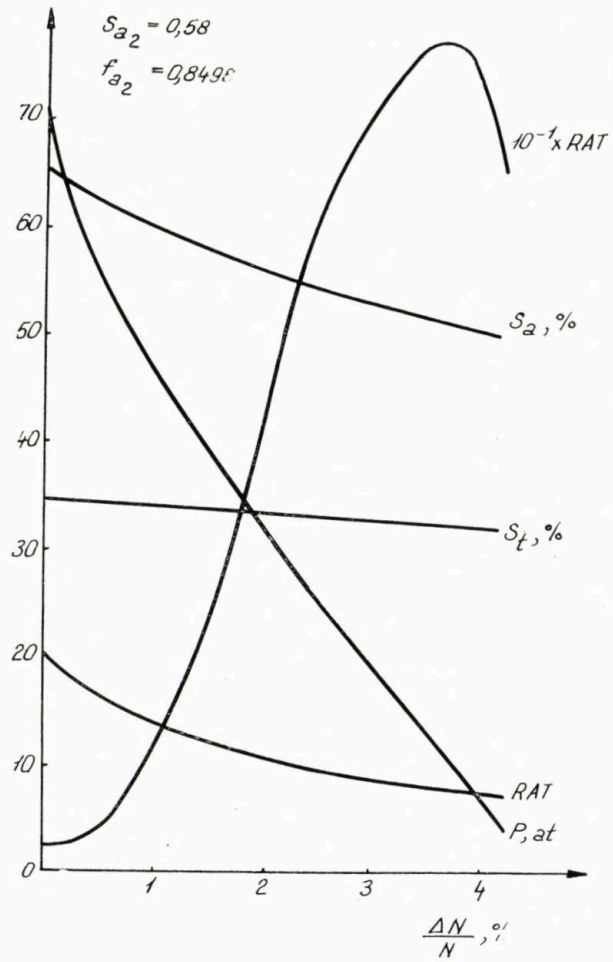


Fig. 3.

4. Aplicaţie

Metoda a fost aplicată pentru un zăcămînt în care $S_{a\,int} = 0{,}25$ şi al cărui mediu poros este alcătuit dintr-un nisip neconsolidat, cu bobul bine sortat, pentru care sînt valabile relaţiile de permeabilitate relativă trifazică ale lui W y l l i e [5], pentru condiţii de drenaj :

$$k_a = \frac{(S_a - S_{a\,int})^3}{(1 - S_{a\,int})^3}, \quad k_t = \frac{S_t^3}{(1 - S_{a\,int})^3};$$

$$k_g = \frac{S_g^3}{(1 - S_{a\,int})^3}.$$

Aceste relaţii sînt extrapolabile şi pentru cazul curgerii bifazice.

În figura 1 este redată variaţia cu presiunea a parametrilor folosiţi în calculele de gaze dizolvate.

Pentru a se vedea influenţa gradului de spălare cu apă a zăcămîntului înainte de pornirea în regim de gaze dizolvate, asupra factorului final de recuperare, a fost executat un set de calcule pentru cazul în care injecţia de apă ar fi oprită la diferiţi f_{a_2}, deci la diferiţi $\overline{S}_a$.

Întrucît calculele necesită un volum foarte mare de lucru, metoda a fost programată pentru execuţie la maşini automate de calcul. Programarea s-a făcut în limbaj FORTRAN IV [6] şi calculele s-au executat pe o maşină IBM 360/40. În figura 2 este redată schema logică a executării pe maşini a calculelor din program. Pentru execuţia celor opt variante de calcul în regim de gaze dizolvate, timpul de lucru a fost de 5 min şi 44 s.

În figurile 3 şi 4 sînt redate grafic două variante de comportare în regim de gaze dizolvate. Se observă că se păstrează alura de variaţie cu factorul de recuperare a raţiei gaze ţiţei. Atît saturaţia în ţiţei, cît şi saturaţia în apă scad continuu cu $\Delta N/N$, dar faptul că şi raţia apă-ţiţei scade şi ea continuu arată că scăderea saturaţiei în apă este mai rapidă decît cea a saturaţiei în ţiţei.

La pornirea în gaze dizolvate s-a făcut presupunerea că pe întregul zăcămînt saturaţiile s-au stabilizat la valorile medii $\overline{S}_a$ şi $\overline{S}_t$. Din această cauză raţia apă-ţiţei la pornirea în regim de gaze dizolvate este mai mare decît cea existentă la oprirea injecţiei. Aceasta nu

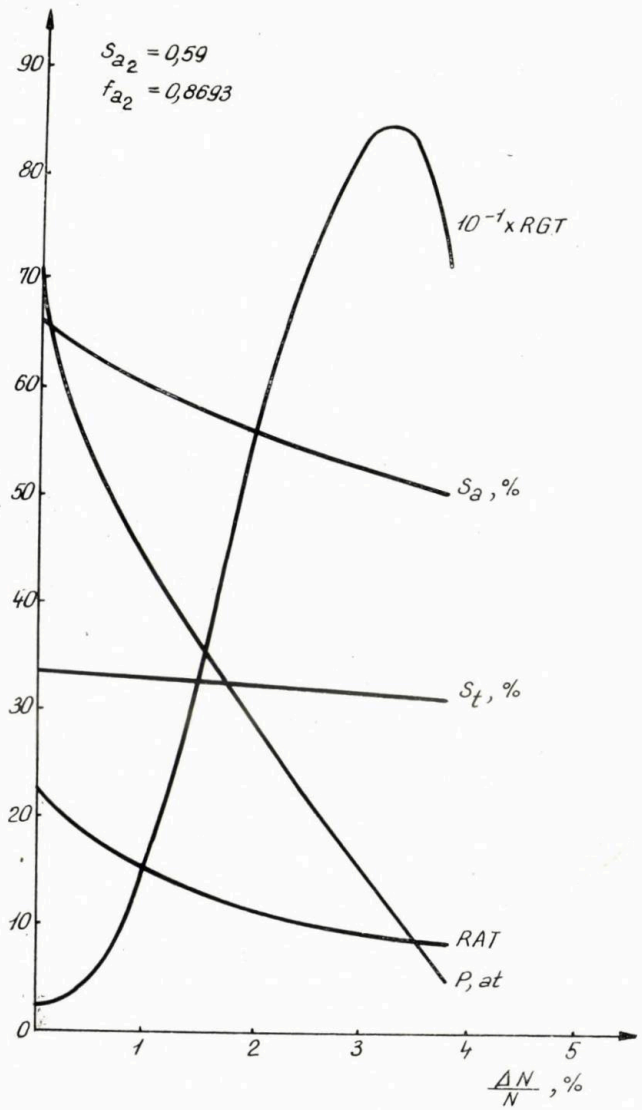


Fig. 4.

poate influența, totuși, prea mult asupra recuperării finale.

În timpul desfășurării procesului de exploatare în regim de gaze dizolvate se admite că există gradienți de presiune infinitezimali și că nu există gradienți de saturație. Nici aceste premize nu pot modifica rezultatele finale în mod substanțial [3, 4].

În tabela 1 sînt redate rezultatele finale ale calculelor executate în cele opt variante.

În coloana (2) și respectiv (3) se indică saturația și fracțiunea de apă existentă în galeria de extracție, în momentul opririi injecției, iar în coloanele (6) și (7) sînt redate saturațiile corespunzătoare medii pe zăcămînt, existente la pornirea exploatării în regim de gaze dizolvate, presupunînd că între cele două momente (oprirea injecției și pornirea în regim de gaze dizolvate) zăcămîntul nu a mai fost exploatat.

În coloanele (4) și (5) se redă cantitatea de apă injectată raportată la volumul de pori al zonei productive ($V_p = 40 \times 10^6 m^3$) și, respectiv, factorul de recuperare obținut pe perioada exploatării cu injecție.

În coloanele (11), (13) și (14) sînt redate cantitățile de țiței, apă și gaze raportate la volumul de pori al zonei inițial productive și care au fost obținute prin exploatarea în regim de gaze dizolvate.

În coloana (12) este redat factorul final de recuperare, raportat la rezerva existentă la începutul procesului de exploatare în regim de gaze dizolvate, iar în coloana (10) sînt redate rațiile gaze-țiței maxime obținute în diferite variante.

Se poate vedea că pe măsură ce spălarea cu apă a zăcămîntului este mai avansată, cantitățile de țiței și de gaze obținute în regim de exploatare prin gaze dizolvate sînt tot mai mici, iar rația gaze-țiței maximă crește continuu.

Să stabilim convențional că factorul de recuperare $(\Delta N/N)_{inj} = 0{,}62106$ obținut pentru $f_{a_2} = 0{,}9457$ este factorul final de recuperare care poate fi obținut într-un proces de exploatare prin injecție de apă. Din coloana (15) se observă că pe măsură ce f_{a2} se apropie de valoarea finală, pentru fiecare metru cub de țiței extras în plus trebuie injectată o cantitate tot mai mare de apă. Aceasta a ridicat problema opririi injecției la un moment dat și a continuării exploatării în regim de gaze dizolvate. Pe de altă parte, presupunînd că zăcămîntul este exploatat la debitul potențial, din coloana (16) se observă că timpul de exploatare în regim mixt (injecție + gaze dizolvate) se poate mări foarte mult *.

Rezultă că, pentru a se putea discuta pentru fiecare zăcămînt oportunitatea continuării injecției de apă pînă la obținerea factorului final de recuperare sau întreruperea acesteia la un anumit procent de impurități și continuarea exploatării în regim de gaze dizolvate, este necesară efectuarea unui calcul economic detaliat și a unei analize a rezultatelor acestui calcul.

Concluzii

1. A fost elaborată o metodă de prevedere a comportării în regim de gaze dizolvate a zăcămintelor spălate cu apă.

2. Metoda de rezolvare propusă este o metodă aproximativă, de dublă încercare și eroare.

Prin folosirea în calcule a unor trepte de cădere de presiune destul de mici se poate micșora gradul de aproximație.

3. Complexitatea calculelor a impus programarea executării acestora la mașini automate de calcul. În lucrare se prezintă o metodă de programare în limbaj FORTRAN IV, care a satisfăcut din punctul de vedere al timpului de lucru.

* La calculul timpului în regim de gaze dizolvate [4] s-a pornit cu un debit de țiței potențial corespunzător unei saturații în galeria de extracție $s_l < s_{l2}$, deci calculul timpului este conservativ.

TABELA 1

Rezultatele calculelor

Varianta	Sa_2	fa_2	$\frac{W_{inj}}{V_p}$	$\left(\frac{\Delta N}{N}\right)_{inj}$	La pornirea în gaze dizolvate		Final		RGT max [Nm³/m³]	$\Delta N'_{g\cdot d.}$	$\left(\frac{\Delta N}{N}\right)_{g\cdot d.}$	$\Delta A'_{g\cdot d.}$	$\Delta G'_{g\cdot d.}$	$\frac{\Delta W_{inj}}{\Delta(\Delta N)}$ [m³/m³]	$\frac{t_{mixt}}{t_{f\cdot inj.}}$
					$\overline{Sa}$	$\overline{St}$	$\overline{Sa}$	$\overline{St}$							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
I	0,58	0,8498	0,48268	0,53665	0,6525	0,3475	0,4998	0,3201	768	0,01338	0,04162	0,1527	5,67	16,13	0,85
II	0,59	0,8693	0,54543	0,54836	0,6613	0,3387	0,5054	0,3132	841	0,01188	0,03791	0,1558	5,50	17,27	0,91
III	0,60	0,8860	0,61872	0,56024	0,6702	0,3298	0,5107	0,3060	919	0,01058	0,03467	0,1595	5,37	18,75	0,99
IV	0,61	0,9017	0,70419	0,57227	0,6792	0,3208	0,5171	0,2987	1 009	0,00928	0,03126	0,1621	5,14	20,65	1,06
V	0,62	0,9150	0,80376	0,58439	0,6883	0,3117	0,5228	0,2911	1 109	0,00817	0,02834	0,1655	5,00	23,61	1,17
VI	0,63	0,9267	0,91968	0,59658	0,6974	0,3026	0,5287	0,2834	1 220	0,00717	0,02561	0,1687	4,84	29,73	1,28
VII	0,64	0,9368	1,05459	0,60881	0,7066	0,2934	0,5365	0,2756	1340	0,00616	0,02271	0,1701	4,55	67,15	1,38
VIII	0,65	0,9457	1,21161	0,62106	0,7158	0,2842	0,5428	0,2676	1 484	0,00535	0,02036	0,1730	4,38	—	—

4. Se prezintă rezultatele cîtorva variante executate, folosind metoda indicată. Aceste rezultate arată că, în timpul procesului de exploatare în regim de gaze dizolvate, creşterea saturaţiei în gaze duce atît la scăderea saturaţiei în ţiţei, cît şi la scăderea saturaţiei în apă.

5. Creşterea continuă a RGT_{max} o dată cu creşterea saturaţiei medii în apă la care se porneşte regimul de gaze dizolvate arată că creşterea saturaţiei în gaze se face tot mai mult pe seama scăderii saturaţiei în apă decît pe seama scăderii saturaţiei în ţiţei.

6. Pe măsură ce procesul de spălare este mai avansat, cantităţile de ţiţei şi de gaze rămase în zăcămînt descresc, ceea ce explică continua scădere a cantităţilor de ţiţei şi de gaze recuperate în procesul de exploatare în regim de gaze dizolvate.

7. Este necesar să se studieze economic oportunitatea continuării injecţiei de apă sau întreruperea acesteia şi continuarea exploatării în regim de gaze dizolvate după atingerea în galeria de extracţie a unui anumit procent de apă.

Notaţii

S — saturaţia;
W_{inj} — cumulativ de apă injectată;
V_p — volum poros;
k — permeabilitatea;
μ — viscozitatea;
P — presiunea;
r — raţia de gaze dizolvate în ţiţei;
b — factorul de volum;
$\Delta N_i'$, $\Delta A_i'$ — cantitatea extrasă de ţiţei, de apă, respectiv
$\Delta G'$ — de gaze, raportată la volumul de pori al zonei iniţial productive;
N — rezerva de ţiţei;
t — timpul.

Indici

t — ţiţei;
a — apă;
g — gaze;
2 — în galeria de extracţie;
— — valori medii;
int — interstiţial;
, — pe unitate de volum de pori al zonei iniţial productive;
f. inj. — final injecţie (corespunzător lui $f_{a2} = 0{,}9457$);
o — iniţial;
i — corespunzător presiunii P_i;
$g.d$ — în regim de gaze dizolvate;
mixt — regim mixt de exploatare (injecţie urmat de regim de gaze dizolvate).

BIBLIOGRAFIE

1. Buckley, S. E. şi Leverett, M. C. Mechanism of Fluid Displacement în Sands. În: Trans. AIME, **146**, 1942.
2. Welge, H. F. A Simpliphied Method for Computing Oil Recovery by Gas or Water Drive. În: Trans AIME **195**, 1952.
3. Codreanu, D. Calculul rezervelor de ţiţei. Metodele cele mai eficace de cercetare în lucrările geologice. Partea a V-a. CDICP, 1965.
4. Vernescu, Al. Mecanica zăcămintelor petrolifere. Ed. tehnică, Bucureşti, 1966.
5. Wyllie, M. R. J. Relative Permeability — Petroleum *Production Handbook* — Frick — **II**, cap. 25.
6. Carlile, R. E. şi Gillett, B. E. Computer Programming and Mathematical Techniques for Engineers. În: The Oil and Gas Journal, 1967—1968.

★

Autorul a elaborat această lucrare cu sprijinul tov. A. Vernescu şi A. Costea—Foru.

Calculul raţiei dinamice gaz-ţiţei, în ascensiunea bifazică, regimul de curgere cu bule

Al. Turtă

Raţia dinamică gaze-ţiţei sau raţia instantanee gaze-ţiţei se defineşte ca fiind raportul dintre cantitatea de gaze libere şi cantitatea de ţiţei care se află la un moment dat într-un element de volum $dV = A.\ dh$, situat la un anumit nivel de-a lungul ţevilor de extracţie (A reprezintă aria transversală a ţevilor de extracţie, iar dh este un element de lungime infinitezimal). După cum s-a subliniat deja în cîteva lucrări [1, 7], raţia dinamică gaze-ţiţei nu corespunde raţiei statice gaze-ţiţei, determinată în instalaţia P.V.T. Motivul principal îl constituie fenomenul de deplasare relativă a bulelor de gaze faţă de ţiţei, aşa-numitul fenomen de alunecare a gazelor. Calculul raţiei instantanee gaze-ţiţei apare ca necesar, întrucît permite determinarea corectă a cantităţii de gaze şi de ţiţei din ţevile de extracţie în momentul închiderii sondei în scopul cercetării acesteia, facilitează determinarea pierderilor de presiune legate de alunecarea gazelor prin masa de lichid şi permite interpretarea pierderilor de presiune totale, în timpul ascensiunii, la diferite debite de producţie.

În ceea ce priveşte pierderile de presiune legate de alunecarea gazelor, se poate afirma că principalele teorii asupra ascensiunii fluidelor [5, 6, 8] prezintă corelaţii care dau rezultate bune numai pentru sondele cu debite mari, unde influenţa alunecării este mică. În lucrarea [6] se arată că pentru sondele cu debite mici mai sînt necesare cercetări suplimentare.

Lucrarea de faţă este un prim pas în încercarea de a umple un gol din literatura de specialitate, referitor la ascensiunea fluidelor. Calculul raţiei dinamice gaze-ţiţei se face în ipoteza inexistenţei unei a doua faze lichide, iar regimul de curgere este laminar. Regimul de curgere se apreciază după valoarea numărului Reynolds. Pentru conducte de oţel, o valoare a numărului Reynolds mai mică de 6 200 ne dă siguranţa că ne aflăm în regimul laminar de curgere [4]. Cercetările lui Sevelev [4] au arătat că, de fapt, curgerea laminară poate exista la valori ale numărului Reynolds mult mai mari (pînă la 50 000), cu condiţia însă să lipsească orice sursă de turbulenţă, cum ar fi vibraţiile, diferite coturi sau rugozităţi excesive. Se poate afirma că deasupra valorii de 6 200 poate avea loc o curgere laminară, dar cu un grad de instabilitate cu atît mai mare, cu cît diferenţa dintre valoarea reală a numărului Reynolds şi 6 200 este mai mare. Pentru ca operatorul din şantier să-şi poată da seama care este gama debitelor pentru care curgerea este laminară şi, deci, pentru care raţia dinamică gaze-ţiţei poate fi calculată cu formula propusă, în continuare în tabela 1 sînt redate debi-

TABELA 1

Gama debitelor de curgere laminară

	Diametrul 2 in		Diametrul 2 1/2 in		Diametrul 3 in	
ρ (kg/dm³) \ η (cp)	1	100	1	100	1	100
0,78	27,35		34,2		41	
0,96		2 221		2 776		3 310

tele maxime, în m³/zi, debite la care mai are loc curgerea laminară. Fiecare debit corespunde unei anumite valori pentru diametrul interior, viscozitatea dinamică şi greutatea specifică a ţiţeiului. Rezultatele au fost calculate pe baza cifrei Reynolds limită 6 200. Se menţionează faptul că nu se ia în consideraţie cazul sondelor care produc în rafale, chiar dacă debitele lor se încadrează în gama de debite menţionată.

A. Calculul raţiei dinamice gaze-ţiţei

În cele ce urmează se va determina raţia dinamică gaze-ţiţei, în funcţie de raţia statică gaze-ţiţei, corespunzătoare unei aceleiaşi presiuni, şi de raportul vitezelor absolute ale ţiţeiului şi ale bulelor de gaze. Profesorul Krîlov [2, 3] a fost primul care a sesizat că, din cauza mişcării mai rapide a bulelor de gaze, raţia instantanee gaze-ţiţei este mai mică decît cea statică; el a asociat acestui fenomen pierderi de presiune datorate alunecării.

a. *Datele primare*

Se vor folosi curba de variaţie a factorului micşorării de volum a gazelor şi curba raţiei de soluţie, ambele ridicate în condiţii statice

în instalaţia P.V.T. Folosind ultima curbă se va putea reprezenta variaţia raţiei gaz liber-ţiţei (Nm^3/m^3), cu variaţia de presiune Δp, unde $\Delta p = p_s - p$, p_s fiind presiunea de saturaţie dinamică, iar p presiunea curentă; variaţia factorului micşorării de volum a gazelor este tot în funcţie de Δp. Curbele redate în figura 1 reprezintă curbele de variaţie a celor

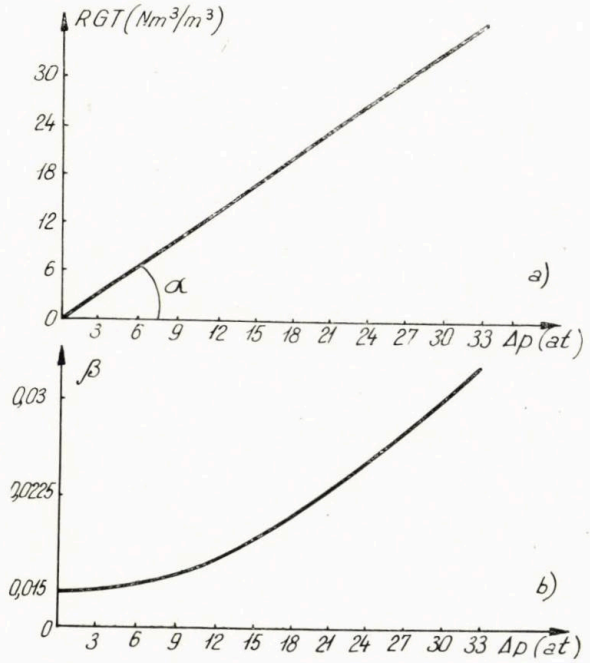


Fig. 1: *a* — Variaţia raţiei gaze libere-ţiţei: *b* — Variaţia factorului micşorării de volum a gazelor.

două mărimi pentru o sondă care exploatează un zăcămînt oligocen. Panta dreptei din figura 1 *a*, α, este cantitatea de gaze în Nm^3, care iese dintr-un m^3 de ţiţei, la o scădere de presiune de o atmosferă; se exprimă în Nm^3/m^3 at şi va fi numit coeficient de desolubilizare a gazelor.

Există relaţia:

$$W_g = W_t + W_{rgt}, \qquad (1)$$

în care:

W_t este viteza ţiţeiului;

W_{rgt} — viteza relativă a bulelor de gaze faţă de ţiţei;

W_g — viteza absolută a bulelor de gaze, considerată faţă de ţevile de extracţie, care constituie sistemul referenţial fix.

b. *Modelul analogic discret*

Pentru reuşita determinării raţiei instantanee gaze-ţiţei, se imaginează următorul model analogic. La o linie de plecare sosesc vehicule purtătoare din secundă în secundă şi parcurg distanţa $AB = 10$ m, cu viteza de 1 m/s (fig. 2, 3, 4). Pe intervalul AB, după fiecare secundă, fiecare vehicul purtător eliberează un corp (mobil) purtat (care fusese transportat de el pînă în acel moment), ce se va deplasa cu mijloace proprii, fie cu o viteză egală cu a vehiculelor purtătoare, fie cu o viteză mai mare. Pentru început se consideră că viteza corpurilor purtate (W_c) este egală cu viteza vehiculelor purtătoare (W_v) (fig. 2).

Se urmăreşte să se determine debitul vehiculelor purtătoare (numărul vehiculelor pe secundă) şi debitul corpurilor purtate atît la linia de sosire, cît şi la diferite distanţe de linia de plecare.

În figura 2 s-a notat cu V_i vehiculul purtător sosit al i-lea şi cu C_{ij} corpul eliberat de vehiculul purtător i la momentul j ($j = 1, 2, \ldots, 10$). După 10 s, stuaţia devine staţionară, debitul vehiculelor fiind un vehicul pe secundă, iar debitul corpurilor purtate fiind $Q_{cl} = \alpha' t$, unde α' reprezintă numărul corpurilor eliberate în mod discret după fiecare secundă, iar t este timpul în secunde; $t = \dfrac{S}{W_v}$, S fiind distanţa de la punctul considerat pînă la linia de plecare. În continuare (fig. 3), se redă cazul cînd corpurile purtate au o viteză dublă faţă de viteza vehiculelor purtătoare, adică $W_c = 2W_v$ sau $\dfrac{W_v}{W_c} = 1/2$.

Se observă că situaţia a devenit staţionară după 9 s, adică cu o secundă mai repede decît în cazul cînd $W_v = W_c$. Debitul vehiculelor purtătoare va fi acelaşi, adică un vehicul pe

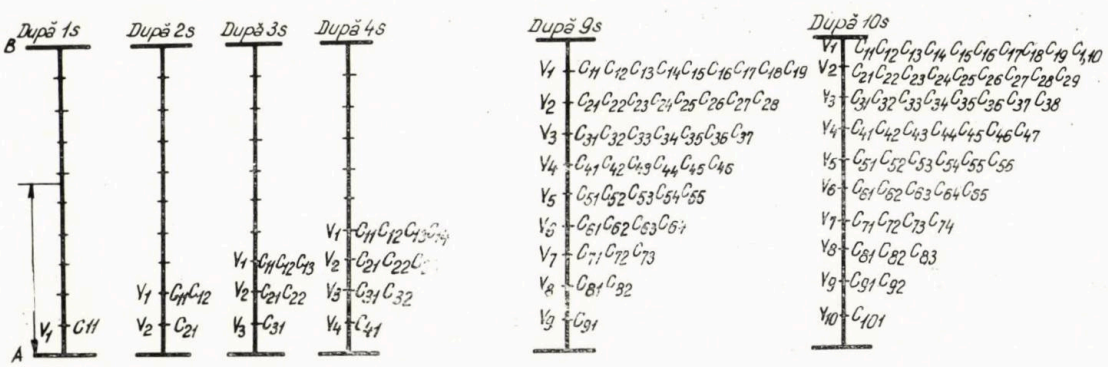


Fig. 2. Cazul deplasării cu aceeaşi viteză a vehiculelor purtătoare şi a corpurilor purtate.

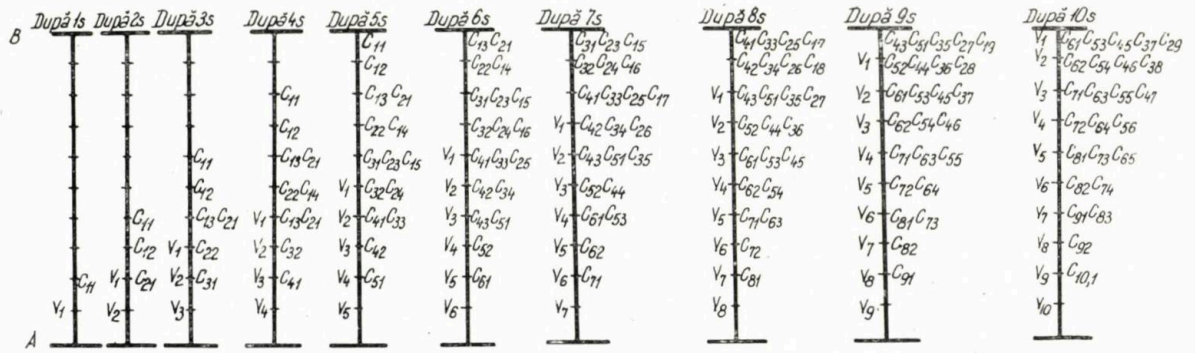


Fig. 3. Cazul cînd corpurile purtate au o viteză dublă față de viteza vehiculelor purtătoare.

secundă, dar debitul corpurilor purtate va fi de două ori mai mic:

$$Q_{c_2} = \frac{1}{2}\alpha' t = \frac{W_v}{W_c}\alpha' t = \frac{W_v}{W_c} Q_{c_1}, \text{deci } Q_{c_2} \frac{W_v}{W_c} Q_{c_1} \quad (2)$$

unde Q_{c_1} este debitul corpurilor purtate în cazul cînd $W_v = W_c$, iar Q_{c_2} reprezintă debitul corpurilor purtate în cazul în care $\frac{W_v}{W_c} = \frac{1}{2}$.

Pentru cazul cînd viteza corpurilor purtate este de trei ori mai mare decît viteza vehiculelor, situația staționară este atinsă după 8 secunde și este așa cum se arată în figura 4. Se prezintă

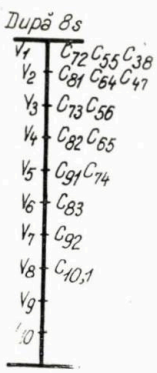


Fig. 4. Cazul $W_c = 3W_v$.

numai situația staționară, situațiile anterioare nemaifiind prezentate, întrucît pentru schițarea lor se folosește același procedeu ca și în figurile 2 și 3. Și de data aceasta se observă că dacă viteza corpurilor purtate este de trei ori mai mare decît cea a vehiculelor purtătoare, debitul lor este de trei ori mai mic decît Q_{c_1}, iar formula 2 își păstrează valabilitatea. Această formulă este verificată pentru valorile 1, 2 și 3 ale raportului W_c/W_f și se demonstrează ușor că valabilitatea formulei pentru $\frac{W_c}{W_v} = n$ implică valabilitatea ei pentru $\frac{W_c}{W_v} = n + 1$. Prin urmare, se demonstrează astfel prin inducție completă formula:

$$Q_{cn} = \frac{1}{n} Q_{c_1} = \frac{W_v}{W_c} Q_{c_1} \quad (3)$$

c. Trecerea la modelul analogic continuu

Formula (3) a fost dedusă pentru cazul în care sosirea vehiculelor purtătoare este discretă în timp (din secundă în secundă), dar se observă ușor că dacă sosirea vehiculelor purtătoare ar fi continuă — în ipoteza că eliberarea corpurilor purtate s-ar face la fel ca mai înainte — la linia de sosire atît sosirea vehiculelor, cît și sosirea corpurilor purtate ar fi continuă, dar în aceeași proporție ca în cazul sosirilor discrete și, prin urmare, formula 3 își va menține valabilitatea.

Sosirea continuă a vehiculelor purtătoare poate fi imaginată fizic ca sosirea unui tren de vehicule purtătoare, dar această continuitate trebuie privită în sensul analizei matematice infinitezimale. Mai rămîne de văzut și dacă eliberarea continuă a corpurilor purtate menține valabilitatea formulei. Și de data aceasta valabilitatea formulei se va menține, întrucît se poate admite supoziția acoperitoare că numărul total de corpuri care ar trebui eliberat între timpii $t_j - t_{j+1}$ este eliberat în totalitate la timpul t_j.

d. *Evaluarea pe baza modelului analogic continuu a rației instantanee gaze-țiței*

Analogia experienței imaginate cu curgerea sistemului gaze-țiței este următoarea: linia de plecare este analogă punctului de pe țevile de extracție, unde presiunea atinge presiunea de saturație dinamică, deplasarea uniformă, continuă a vehiculelor purtătoare este analogă cu curgerea țițeiului, iar deplasarea corpurilor purtate este asimilată cu curgerea mai rapidă a bulelor de gaz. Se admite supoziția acoperitoare că gazele care ar trebui eliberate în mod continuu prin coborîrea presiunii de la p_i la p_{i+1}, sînt eliberate în totalitate la presiunea p_i. Analogia fiind perfectă, se poate trece la evaluarea rației instantanee gaze-țiței.

În condiții statice, $\text{R.G.}\Ţ_{st} = \alpha\Delta p$ (Nm^3/m^3), iar în condiții dinamice de curgere, $\text{R.G.}\Ţ_d = \frac{W_t}{W_g}\alpha \cdot \Delta p$ (Nm^3/m^3).

Dacă se exprimă aceste raţii, nu în condiţii standard, ci la condiţiile de presiune respective, se obţine :

$$\text{R.G.}\Ţ_{st} = \beta \cdot \alpha\Delta p \quad (\text{m}^3/\text{m}^3),$$

$$\text{R.G.}\Ţ_{d} = \frac{W_t}{W_g}\,\beta \cdot \alpha\Delta p \quad (\text{m}^3/\text{m}^3)$$

şi, punînd în loc de W_g expresia lui din (1), se obţine formula finală :

$$\text{R.G.}\Ţ_{d} = \frac{W_t}{W_t + W_{rgt}}\,\beta\alpha\Delta p = \frac{W_t}{W_t + W_{rgt}} \cdot$$

$$\cdot\ \text{R.G.}\Ţ_{st} = \lambda \cdot \text{R.G.}\Ţ_{st} \qquad (4)$$

În formula (4), W_{rgt} reprezintă — după cum s-a arătat — viteza relativă a bulelor de gaze faţă de ţiţei.

În continuare, în figura 5 este redată variaţia factorului λ, de convertire a raţiei statice gaze-ţiţei în raţie instantanee gaze-ţiţei ; prin urmare:

$$\lambda = \frac{W_t}{W_t + W_{rgt}}.$$

Construirea graficului s-a făcut pentru $W_{rgt} = 15$ cm/s, care este viteza medie de mişcare relativă a bulelor de gaze faţă de ţiţei, în ipoteza că toate bulele au raze mai mari de 1 mm [1, 10].

Se observă că graficul factorului de convertire admite asimptota orizontală $\lambda = 1$, adică $\lim_{W_t \to \infty} \lambda = 1$.

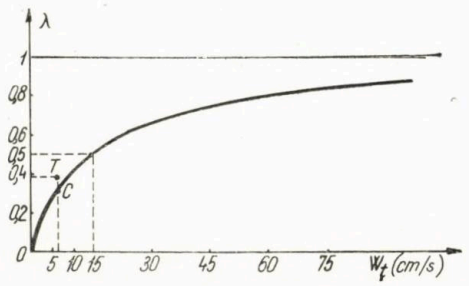


Fig. 5. Variaţia factorului de convertire în raport cu viteza de ascensiune a ţiţeiului.

Teoretic, înseamnă că raţia instantanee devine egală cu raţia statică la viteze infinit de mari ale ţiţeiului. Practic, s-a constatat că, de fapt, de la viteze ale ţiţeiului mai mari de 160 cm/s, alunecarea gazelor devine neglijabilă [6]. În punctul de abscisă $W_t = 0$, funcţia $\lambda = f(W_t)$ este discontinuă ; pentru $W_t = 0$, $\lambda = 1$. De fapt, factorul de convertire al raţiei statice în raţie dinamică nu are sens decît pentru cazul în care lichidul este în mişcare, adică $W_t > 0$. Graficul din figura 5 arată că cu cît viteza ţiţeiului este mai mare, cu atît raţia instantanee gaze-ţiţei este mai apropiată de raţia statică gaze-ţiţei. Concluziile reieşite din interpretarea formulei 4 şi a graficului din figura 5 corespund întrutotul rezultatelor experimentale ale lui Duns şi Ros [6] şi observaţiilor mai mult intuitive ale lui Melikov [2].

B. Viabilitatea formulei. Consecinţe directe ale interpretării formulei

Formula dedusă şi consecinţele ce decurg din ea verifică principiul corespondenţei din fizică, principiu conform căruia noua teorie trebuie să menţină valabilitatea adevărurilor relative verificate în practică şi, în plus, trebuie să circumscrie domeniul de valabilitate al vechii teorii. Ultimele încercări întreprinse pentru determinarea vitezei bulei în mişcarea ei de ascensiune [5], au arătat că viteza relativă a bulei se micşorează o dată cu mărirea vitezei de ascensiune a lichidului. Pentru o viteză de ascensiune a apei de 6,75 cm/s, viteza relativă a bulei de bioxid de carbon s-a micşorat cu circa 4 cm/s. În ipoteza că această legitate se păstrează şi pentru ridicarea bulelor de gaze prin ţiţei, în figura 5 s-a reprezentat punctul singular T, corespunzînd unei viteze a ţiţeiului de 6,75 cm/s. Raţia dinamică calculată, neţinînd seama de micşorarea vitezei relative (punctul C de pe curbă), este mai mică cu 0,07 $\text{RG}\Ţ_{st}$ faţă de raţia dinamică calculată, luînd în considerare micşorarea vitezei relative a bulei la ascensiunea ei printr-un curent de ţiţei ascendent, cu viteza de 6,75 cm/s.

Formula este valabilă pentru curgerea bifazică cu bule, în gama vitezelor mici de deplasare a lichidului, pînă la 15 cm/s. Pentru viteze mai mari de 15 cm/s, formula are un caracter semicantitativ, fiind afectată de erori încă necunoscute ca valoare.

Prima consecinţă directă a interpretării formulei deduse este că eliberarea gazelor, în regiunea de curgere avant-dopuri nu este în contact, ci este diferenţială. Procesul de eliberare a gazelor este cu atît mai depărtat de procesul în contact, cu cît viteza ţiţeiului este mai mică. A doua consecinţă este legată de necesitatea definirii mărimilor instantanee, raţia instantanee (dinamică) gaze-ţiţei şi raţia instantanee totală gaze-ţiţei, mărimi ce nu pot fi definite prin rapoarte cumulative, deci nu pot proveni prin operaţia matematică de derivare.

În afară de aceste mărimi, se mai definesc mărimile de raţie neinstantanee gaze-ţiţei, care se denumesc în mod obişnuit raţie gaze-ţiţei şi raţie totală gaze-ţiţei. Raţia neinstantanee gaze-ţiţei se defineşte ca fiind raportul a două cumulative (de gaze libere şi ţiţei), care trec într-un anumit timp printr-o secţiune. Raţia instantanee totală gaze-ţiţei este raportul dintre volumul total de gaze (dizolvate şi libere) şi volumul de ţiţei care se află la un moment dat într-un element de volum infinitezimal. Pentru două regimuri dinamice diferite (corespunzînd la viteze ale ţiţeiului diferite),

pentru aceeaşi presiune, raţia instantanee gaze-ţiţei şi raţia instantanee totală gaze-ţiţei scad o dată cu micşorarea vitezei ţiţeiului, însă raţia neinstantanee gaze-ţiţei şi raţia totală rămîn constante. A treia consecinţă este legată de interpretarea pierderilor totale de presiune de-a lungul ţevilor de extracţie, pierderi care rezultă din diferenţa dintre presiunea la talpa sondei şi presiunea la tubing. Spre deosebire de curgerea monofazică, pierderea totală de presiune nu creşte cu creşterea debitului, pentru toată gama debitelor posibile. Astfel, în gama debitelor mici, pierderea totală scade masiv, o dată cu creşterea debitului.

Afirmaţia făcută este confirmată de figura 6, în care se prezintă curba indicelui de productivitate (I.P.R.) şi curba de variaţie a presiunii la tubing, cu variaţia debitului.

Variaţia pierderilor totale de presiune cu variaţia debitului (vitezei) este pusă în legătură cu trei fenomene care au aceeaşi tendinţă şi al căror efect se însumează; este vorba de următoarele fenomene:

— o dată cu mărirea vitezei are loc contracţia zonei avantdopuri, contracţie care face ca pierderile totale să scadă;

— pînă la viteze de 4 cm/s, presiunea de saturaţie dinamică este mai mică decît presiunea de saturaţie statică, pe cînd pentru viteze moderate (4—15 cm/s), presiunea de saturaţie dinamică depăşeşte presiunea de saturaţie statică [5];

— o dată cu mărirea vitezei, variaţia de temperatură a ţiţeiului în ascensiune este mai

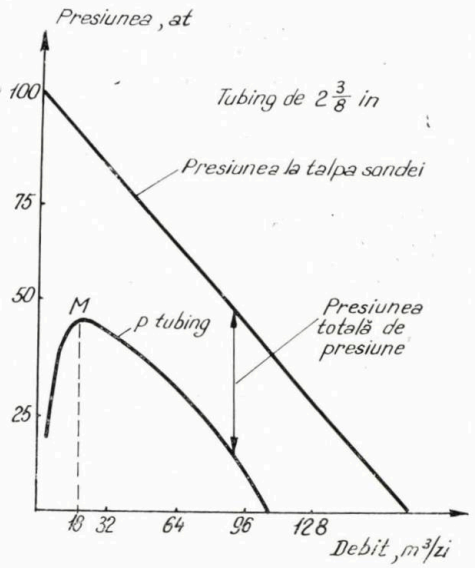


Fig. 6. Variaţia presiunii la talpa sondei şi a presiunii la tubing cu debitul de producţie [7].

mică, ceea ce favorizează ieşirea gazelor din soluţie.

Din cei trei factori, primul — extensia sau contracţia zonei avant-dopuri — are rolul cel mai important.

Cînd viteza ţiţeiului în tubing se micşorează, lungimea zonei de curgere cu bule se măreşte, întrucît factorul de convertire a raţiei gaze-ţiţei statică în raţie gaze-ţiţei dinamică se micşorează.

În literatura de specialitate nu se dă explicaţia faptului că valoarea absolută a pantei primei porţiuni a curbei de variaţie a presiunii la tubing (pînă la punctul M) este mult mai mare decît valoarea absolută a pantei porţiunii a doua.

Potrivit acestei teorii, acest fapt se datoreşte extensiei sau contracţiei zonei avant-dopuri o dată cu micşorarea sau cu mărirea debitului.

Conform graficului din figura 5, în gama vitezelor mici, variaţia factorului de convertire a raţiei statice în raţie dinamică este foarte mare. Această variaţie (dată de pantă) este cu atît mai mare, cu cît viteza este mai mică. Pentru debite crescătoare, pe porţiunea stîngă, pierderea totală de presiune este dată, în principal, de extensia zonei avant-dopuri şi scade masiv o dată cu creşterea debitului, pe cînd pentru porţiunea dreaptă, pierderea totală nu mai este influenţată atît de mult de extensia zonei avant-dopuri, pentru că lungimea acestei zone variază foarte puţin cu creşterea debitului; pe această porţiune trebuie luată în considerare frecarea cu pereţii. Din cauză că pierderile prin frecare cu pereţii nu sînt prea mari, pierderile totale variază foarte puţin pe porţiunea de la dreapta punctului M.

Din figura 6 se observă că presiunea la tubing a atins valoarea maximă pentru un debit de 18 m³/zi, care corespunde unei viteze de 7,2 cm/s şi care ar părea să indice că pentru ascensiunea ţiţeiului sub o viteză de 7 cm/s (în lucrarea [5] se dă valoarea de 4 cm/s, dar s-a experimentat cu apă şi cu bioxid de carbon) presiunea de saturaţie dinamică este mai mică decît presiunea de saturaţie statică, iar peste această valoare, situaţia este inversă.

C. Concluzii

Folosindu-se o analogie evidentă, se determină raţia dinamică gaze-ţiţei în funcţie de valoarea raţiei statice gaze-ţiţei, obţinută la instalaţia P.V.T.

— Se definesc noţiunile de raţie instantanee gaze-ţiţei şi raţie neinstantanee şi se arată deosebirea dintre ele. Se arată că, pe cînd raţia neinstantanee, corespunzătoare unei anumite presiuni, rămîne aproximativ constantă la creşterea debitului, raţia instantanee creşte o dată cu creşterea debitului.

— Formula poate servi la calculul cantităţii de gaze şi de ţiţei care se află în ţevile de extracţie în momentul închiderii sondei, în procesul de cercetare a sondelor, pentru studiul unor anomalii ale curbelor de creştere a presiunii. Acest lucru ar contribui şi la elucidarea altor fenomene care au loc în gaura de sondă, la închiderea sondei.

— Se facilitează calculul analitic al pierderilor de presiune legate de cinematica mişcării bulelor prin ţiţei, mai ales în gama presiunilor mari şi a vitezelor mici, unde pierderile de

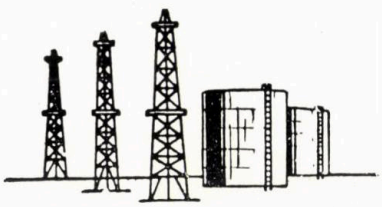
dresiune cauzate de mișcarea relativă a bulelor de gaz au o pondere însemnată.

— Se dă o explicație satisfăcătoare variației pierderilor totale de presiune de-a lungul țevilor de extracție, cu variația debitului; o dată cu mărirea debitului are loc contracția zonei avant-dopuri, contracție însoțită de micșorarea pierderilor totale.

— Se facilitează aplicarea cu rezultate mai apropiate de realitate a teoriei lui Poettman și Carpenter, pentru calculul gradienților de presiune pe porțiunea de curgere cu bule, mai ales în gama debitelor mici și a presiunilor mari.

BIBLIOGRAFIE

1. Stegemeier, G. L. și Matthews, C. S. A study of anomalous pressure build-up behaviour. În: J.P.T., febr. 1958.
2. Ioachim, Gr. Extracția petrolului, Curs litografiat, I.P.G.G., **IV**, 1953.
3. Ioachim, Gr. Extracția petrolului și gazelor, București, Ed. tehnică, 1965.
4. Cioc, D. Mecanica fluidelor. București, Ed. didactică și pedagogică, 1967.
5. Puşcoiu, N. Curgerea bifazică a hidrocarburilor în țevile de extracție, București, Ed. tehnică, 1968.
6. Duns, H. Jr. și Ros, N. C. J. Vertical flow of gas and liquid mixtures in wells; Sixth World Petroleum Congress, Frankfurt pe Main, 1963.
7. Nind, T. E. W. Principles of oil well production; New York, Mc Graw Hill Book Company, 1964.
8. Poettman, F. H. și Carpenter, P. G. The multiphase flow of gas, oil and water through vertical flow strings with aplication to the design of gas-lift installation". În: Drilling and production practice, 1952.
9. Dodson, C. R. și colab. Aplication of Laboratory P.V.T. data to reservoir engineering problems AIME, 1953.
10. Peebles, N. și Garber, H. Study on the motion of gas bubbles in liquids. În: Chem. Eng. Progress, nr. 2, 1953.
11. Rasin Tek, M. Multiphase flow of water, oil and natural gas through vertical flow strings. În: J.P.T., oct. 1961.
12. Abzalov, Z. M. și colab. Issledovanie temperaturnovo rejima v stvole ecspluataționîh scvajin pri dvijenii viazco-plasticinîh jidcostei. În: Azerdbaidjanscoe Neftianoe Hoziastvo, nr. 11, 1966.
13. Moisil, G. C. Fizica pentru ingineri. București, Ed. tehnică, 1967.



O soluţie nouă a problemei colectării de probe de lichid, riguros reprezentative din rezervoare

I. Nicolau,
N. Burlacu şi
C. Bunea

1. Generalităţi

Conform tehnologiei de colectare a ţiţeiului brut în sistem deschis, măsurarea producţiei nete de ţiţei se execută în flux discontinuu, operîndu-se asupra unor stocuri de ţiţei fixe, colectate şi puse la dispoziţie în acest scop, în mod periodic.

În acest mod, un stoc de ţiţei dat caracterizează sub multiple aspecte producţia sondei respective, permiţînd precizarea tuturor factorilor caracteristici principali : debitul produs, calitatea ţiţeiului, conţinutul de impurităţi etc.

În problema colectării de probe din rezervoarele de colectare, la executarea operaţiei de etalonare a sondelor se urmăresc în acest sens două obiective la fel de importante :

— evaluarea cantitativă a producţiei nete de ţiţei prin stabilirea procentului de impurităţi ;

— stabilirea calităţii sortului de ţiţei extras.

Soluţionarea problemei se referă, în principal, la asigurarea prelevării unor probe cît mai reprezentative şi prezintă o semnificaţie tehnologică deosebită. Dezideratele urmărite se referă în paralel la :

— asigurarea rigurozităţii probei colectate, în condiţiile dificile ale unui amestec lichid neomogen, repartizat gravitaţional neuniform, parţial emulsionat, cu suspensii solide, şi parţial uşor volatil ;

— realizarea operaţiei de prelevare a probelor conform unei tehnologii simple şi cu ajutorul unei aparaturi uşor de deservit, conform condiţiilor de lucru grele, specifice, din şantier.

Metodologia standardizată în prezent în Republica Socialistă România pentru colectarea probelor de lichid din rezervoare, permiţînd obţinerea de probe medii sau de tip 1—3—1, cu ajutorul unei aparaturi cu deservire manuală, pretinzînd urcarea operatorului pe rezervor, trebuie apreciată în sensul celor de mai sus ca nefiind satisfăcătoare. Proba medie obţinută nu este riguros reprezentativă. Aparatura are o deservire incomodă şi nu se pretează la mecanizarea sau la automatizarea operaţiei efectuate, în vederea asigurării dezideratului final : comandă automată conform unui program.

În cele ce urmează, se prezintă o analiză succintă a problemelor de măsurare legate de colectarea probelor de lichid din rezervoare. De asemenea, se mai prezintă şi un tip nou de dispozitiv, care permite luarea de probe riguros reprezentative din rezervoare şi care este prevăzut cu acţionare pneumatică. Dispozitivul conceput poate lucra şi cu comandă automată, conform unui program prestabilit de operator, plasîndu-se, datorită unor avantaje interesante, la nivelul tehnicii mondiale actuale.

2. Probleme de măsură generale referitoare la stabilirea producţiei nete de ţiţei

Operaţia de măsurare a cantităţii nete de ţiţei a unui stoc oarecare de ţiţei brut constă, în principal, din :

— măsurarea volumului total de ţiţei brut ;

— măsurarea volumului procentual de impurităţi.

Parametrii măsuraţi în acest scop se referă la mărimea fizică propriu-zisă care se măsoară şi la factorii perturbatori care afectează valoarea de măsurare a acestei mărimi. Parametrii principali măsuraţi sînt în consecinţă următorii :

— nivelul în rezervor (H), care reprezintă, de fapt, însuşi volumul total de ţiţei brut, avînd în vedere secţiunea cunoscută a rezervorului, respectiv tabelul de calibrare al rezervorului ;

— volumul procentual de impurităţi (I) ;

— temperatura din rezervor (t), ca factor de corecţie al volumului total ;

— densitatea ţiţeiului (ρ), ca factor de caracterizare al sortului de ţiţei *.

Este interesant de analizat ponderea cu care este afectată eroarea de măsură (ε_v) a cantităţii nete de ţiţei, de erorile de măsură a parametrilor enumeraţi, pe baza cărora se face, de fapt, măsurarea. Să luăm în consideraţie în acest scop în primul rînd precizia de măsură obţinută în prezent industrial cu aparatura curentă aflată în utilizare, conform tabelei 1 :

TABELA 1

Precizia de măsurare a parametrilor principali

Parametrul măsurat*	Unit. de măsură	Precizia de măsurare, circa	Aparatul sau metode folosite
Nivelul (H)	mm	± 5 mm	Ruletă sau mira
Impurităţi (I)	%	±1... 10%	Metoda —1—3—1 STAS 41—58
Temperatura (t)	°C	± 1°C	Termometru cu lichid

* Densitatea nu s-a luat în consideraţie, fiind legată indirect de calculul volumetric.

Luînd în considerație în continuare rezervoarele de schelă, constatăm că erorile volumetrice (ε_v) comise la stabilirea cantității nete de țiței pentru rezervorul plin, prin realizarea erorilor maxime posibile în cadrul preciziei industriale actuale de măsurare a parametrilor enumerați (tabela 1), sînt, conform tabelei 2, următoarele :

TABELA 2

Erori volumetrice maxime posibile (ε_V)

Capacitatea rezervorului	Înălțimea rezervorului	Eroarea volumetrică realizată (ε_V)					
		pt. : H ± 5 mm		pt. : I ± 10%		pt. : t ± 1°C *	
m³	m	m³	%	m³	%	m³	%
20	3 160	0,320	1,6	2	10	0,0252	0,126
50	4 715	0,530	1,06	5		0,063	
100		1,060	1,06	10		0,126	
200		2,120	1,06	20		0,252	
500	7 835	2,870	0,58	50		0,630	
1 000	10 945	4,580	0,46	100		1,260	

* S-a avut în vedere țiței cu densitate convențională : $\rho = 0{,}700$, respectiv cu coeficient de dilatare $\lambda = 0{,}00126/1°C$. (conf. [1], tabela 2, pag. 10).

Ordinul de mărime a erorilor volumetrice (ε_v) parțiale realizate (după tabela 2), conform preciziei de măsurare posibilă de obținut în condiții industriale la nivelul obișnuit în prezent în Republica Socialistă România, respectiv ponderea parametrilor luați în considerație, este, deci, conform tabelei 3.

TABELA 3

Ordinul de mărime a erorilor volumetrice ε_v parțiale. Ponderea parametrilor

Parametrul măsurat	Ordinul de mărime al erorii volumetrice comise (ε_V)	Ponderea parametrului
Temperatura (t)	circa 0,1 %	circa : 1 ori
Nivelul (H)	circa 1 %	circa : 10 ori
Impurități (I)	circa 10 %	circa : 100 ori

Este evident că, față de cele arătate, trebuie trasă concluzia semnificativă că preocuparea pentru îmbunătățirea preciziei de determinare a impurităților are șansele cele mai mari de obținere a unor rezultate considerabile pentru problema stabilirii exacte a producției nete de țiței, și deci este justificat ca în acest sens să se îndrepte eforturile de cercetare actuale. De asemenea, se remarcă discrepanța preciziei de circa 10 ori mai mică a măsurării volumului de impurități și, deci, a producției nete de țiței, față de precizia de măsurare a volumului total de lichid, respectiv a producției brute de țiței. Această discrepanță este justificată de calitatea diferită a aparaturii folosite pentru cele două scopuri de măsurare, respectiv de dificultățile de măsură respective, care sînt diferite.

3. Probleme de măsură specifice pentru colectarea de probe riguros reprezentative

Noțiunea de „*probă reprezentativă*" este prin definiție legată de omogenitatea cantității de lichid aflată în rezervor, care trebuie să fie caracterizată, deci, din toate punctele de vedere și în mod riguros prin această probă care se prelevează din rezervor.

Lipsa de omogenitate a țițeiului brut stocat în rezervoare în vederea executării operației de etalonare a sondelor în producție, este multiplă, referindu-se, atît la starea sa fizică, cît și la compoziția sa chimică. Fără a explica acest aspect al problemei, care reprezintă în sine un domeniu specific de investigații, este suficient să enumerăm numai sursele principale de neomogenitate posibile, pentru a contura dificultățile problemei colectării unei probe riguros reprezentative :

— prezența concomitentă a unor faze componente diferite ; lichid (țiței, apă) ; emulsie (apă/țiței) ; particule solide în suspensie ;

— nemiscibilitatea și diferența de densitate a componenților lichizi principali : țiței și apă ;

— asimetria geometrică a condițiilor de introducere a lichidului în rezervor, care favorizează neuniformitatea depunerilor de sediment ;

— neuniformitatea fluxului termic al sursei de încălzire a serpentinei rezervorului, ceea ce favorizează crearea de curenți termici de convecție ;

— labilitatea de stare a emulsiilor apă/țiței ;

— tendința de separare gravitațională a anumitor componenți de densități diferite din țițeiul brut ;

— volatilitatea hidrocarburilor ușoare componente ;

— posibilitatea de deranjare locală a echilibrului gravitațional al lichidului din rezervor, după perioada de „liniștire", cu ocazia prelevării probei, prin introducerea sau prin acționarea dispozitivului de luat probe propriu-zis (conform : metodei 1—3—1).

Factorii enumerați precizează de la început că neomogenitatea are un caracter pregnant direcțional, fiind orientată, din considerente gravitaționale, pe verticală. O imagine fizică a fenomenului de neomogenitate arătat este posibilă cu ajutorul diagramelor de repartiție a impurităților în țițeiul brut [1], ridicate experimental. Tipurile caracteristice ale acestor diagrame de repartiție (conform fig. 1) demonstrează varietatea cazurilor ce pot fi întîlnite în practică :

— repartiția relativ uniformă (fig. 1, *a*) ;

— repartiție uniform crescîndă (fig. 1, *b*) ;

— repartiția crescîndă în salturi (fig. 1, *c*).

Un aspect particular care se adaugă este în plus forma rezervorului, care, dacă nu are o secțiune egală pe toată înălțimea nivelului maxim de lichid, aduce după sine și necesitatea introducerii unui factor de formă.

Față de premizele problemei astfel conturate, este evident că toți factorii fenomenologici

enumerați pot deveni, de fapt, factori perturbatori, care să afecteze direct rigurozitatea probei colectate și, implicit, scopul final al măsurării cît mai exacte a cantității de impurități din țițeiul brut.

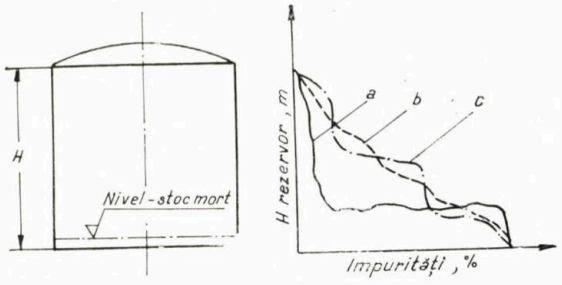


Fig. 1. *a*, *b*, *c* — Diagrame de repartiție în rezervor [1].

4. Metode de colectare a probelor de lichid din rezervoare — aspecte critice și comparative

Formularea unei încercări de clasificare a metodelor de colectare folosite în prezent permite o primă orientare de ansamblu a posibilităților practice oferite și, respectiv, a dificultăților care apar în mod corelativ [2].

Pe baza unor criterii raționale de clasificare, de ordin funcțional al metodelor și al dispozitivelor de colectare a probelor de lichid din rezervoare, se pot comenta comparativ avantajele și dezavantajele respective și se pot stabili, deci, premise generale. Desigur, aceste premise nu sînt restrictive, în funcție de soluția constructivă putîndu-se obține în practică rezultate mult diferite.

Cu aceste rezerve, se aleg în continuare ca bază de analiză critică două criterii de clasificare, și anume :

— pentru metode, criteriul conform modului de colectare a probei ;

— pentru dispozitive, criteriul conform amplasării funcționale în rezervor, respectiv conform tipului organului de obturare.

Conform criteriului modului de colectare a probei, este posibilă o clasificare rațională a metodelor de colectare, și anume :

— metode de luare de probe medii, compuse din mai multe probe prelevate succesiv de la mai multe înălțimi de nivel, alese conform unei reguli oarecare (de exemplu metoda 1—3—1) sau egal distanțate (de exemplu dispozitivele de luat probe tip P.R.S. — fabricație U.R.S.S.) ;

— metode de luare de probe reprezentative, care reprezintă efectiv o coloană de lichid de înălțime egală cu înălțimea lichidului din rezervor și de secțiune redusă (diverse soluții constructive negeneralizate la nivel industrial).

Criteriul de clasificare însuși indică de la început avantajul de precizie al celei de-a doua categorii de metode de colectare. De asemenea, este evident că, lucrînd conform primei categorii de metode dificultățile constructive ale dispozitivului vor fi mai mici, ceea ce se ilustrează prin răspîndirea în practica actuală a acestor dispozitive.

În fine, ca o observație imediată, este de prevăzut că dispozitivele pentru luat probe medii, prin caracterul de discontinuitate al funcționării lor, ca și prin necesitatea de repetare succesivă a operației, nu se pretează comod să fie automatizate.

Criteriul de clasificare a dispozitivelor de luare a probelor se referă la amplasarea funcțională a dispozitivelor în rezervor, respectiv :

— dispozitive care plonjează în rezervor numai în momentul recoltării probei ;

— dispozitive montate permanent în rezervor, care permit colectarea, separarea și evacuarea probei în afara rezervorului (de exemplu dispozitivele tip P.R.S.—U.R.S.S.).

La toate aceste dispozitive organele de obturare pentru separarea probei pot fi de tip „normal deschis" (se închid numai înainte de evacuarea probei în vederea separării probei) sau de tip „normal închis" (se deschid numai înainte de evacuarea probei pentru colectarea probei și se închid apoi imediat în vederea separării probei).

Prima categorie de dispozitive prezintă în mod evident dezavantajul de a produce la plonjare un efect de turbulență care tinde să deranjeze echilibrul de separare și de dispunere gravitațională, realizat în perioada de liniștire, după pomparea țițeiului brut în rezervor. Similar, dispozitivele cu organ de obturare de tip normal închis, din cea de-a doua categorie de dispozitive, permit, de asemenea, producerea unui efect de turbulență la colectarea probei, ca urmare a deschiderii bruște a organului de obturare. În consecință, pentru ambele categorii de dispozitive amintite se creează condiții nefavorabile pentru colectarea unei probe reprezentative, ceea ce pledează în mod logic pentru categoria de dispozitive montate permanent în rezervor, care posedă organ de obturare de tip normal deschis. La această categorie de dispozitive, colectarea probei se face, de fapt, o dată cu umplerea rezervorului, iar în perioada de liniștire se realizează pentru proba de lichid, ca și pentru restul lichidului din rezervor, aceleași fenomene de separare și de dispunere gravitațională a diverselor faze sau componenți total sau parțial nemiscibili. Mai mult, datorită comunicației, respectiv contactului nemijlocit al lichidului care reprezintă proba cu restul lichidului din rezervor, se asigură identitatea componenței chimice și a stării fizice a probei cu restul lichidului din rezervor. Se mai menționează că, la închiderea organului de obturare în vederea separării probei, înainte de evacuarea acesteia, efectul de turbulență produs nu mai deranjează integritatea probei, deoarece aceasta a fost anterior deja colectată în condiții corecte. Dacă este necesară repetarea operației de colectare a probei trebuie să se asigure din nou o perioadă de liniștire relativ scurtă, în care timp organul

de obturare este deschis, ceea ce permite realizarea condiţiilor iniţiale de luare a probei.

Aspectele funcţionale examinate pe baza criteriilor de clasificare alese prezintă aşadar avantajul de a permite o selecţionare argumentată a unei categorii de dispozitive, optimă din punctul de vedere al rezolvării scopurilor tehnologice propuse ca premise.

5. Un dispozitiv de concepţie nouă pentru luarea de probe riguros reprezentative din rezervoare

Se consideră că analiza problemelor de măsurare legate de executarea operaţiei propriu-zise de colectare a probelor de lichid din rezervoare, precum şi examinarea din punct de vedere funcţional a metodelor şi a dispozitivelor existente la nivelul tehnicii mondiale, reprezintă o bază de interpretare obiectivă a problemei probelor de lichid în general.

În continuare, se prezintă un dispozitiv de luat probe de lichid riguros reprezentative din rezervoare, de concepţie nouă, care face obiectul brevetului R.S.R. nr. 44754. La acest dispozitiv s-a încercat să se asigure rezolvarea deziderateloor reieşite din punctele de vedere de ordin general stabilite anterior. Se consideră că aprecierea soluţiei concepute poate fi făcută în mod obiectiv, dacă se face în plus şi compararea cu tipurile de dispozitive folosite curent în prezent în tehnica industrială.

5.1. *Premisele de elaborare ale dispozitivului* trebuie desigur precizate de la început, deoarece motivează în primul rînd soluţia adoptată. S-a avut în vedere ca prim obiectiv necesitatea elaborării unui dispozitiv care să permită obţinerea unei probe riguros reprezentative, la care influenţa factorilor perturbatori să fie eliminată sau în orice caz mult micşorată.

Funcţiunile tehnologice pe care s-a contat că trebuie îndeplinite în principal au fost :

— colectarea de probe riguros reprezentative din rezervoare de ţiţei brut, în vederea stabilirii producţiei nete de ţiţei — în mod mecanizat,cu acţionare pneumatică, cu comandă locală, la cererea operatorului ;

— idem în mod automatizat, tot cu acţionare pneumatică, cu comandă conform programului prestabilit de operator. (Modul de lucru automatizat, conform programului se ia în consideraţie numai pentru unele cazuri speciale, unde se va aprecia necesar de către beneficiarul respectiv).

Tipul dispozitivului s-a ales din considerentele funcţionale şi de măsurare anterior analizate, pentru a fi :

— conform metodei de luare de probe riguros reprezentative şi nu conform metodei de luare de probe medii, mai puţin precisă prin definiţie ;

— montat permanent în rezervor, cu organ de obturare de tip normal deschis, care prezintă avantajele funcţionale cele mai mari ;

— cu acţionare pneumatică, pentru a permite în mod convenabil mecanizarea sau automatizarea operaţiei de colectare a probelor ;

— cu comandă de la distanţă, pentru a evita urcarea operatorului pe rezervor la luarea probei şi pentru a permite în plus şi comanda automată conform programului prestabilit de operator ;

— cu posibilitate de lucru şi în rezervoare sub presiune, pentru a putea lucra şi în condiţiile sistemului de colectare a ţiţeiului în circuit închis.

Produsele industriale de comparaţie, la nivelul tehnicii mondiale actuale, s-au luat în consideraţie numai în măsura în care s-au dovedit a fi de utilizare curentă în practica de şantier. Se remarcă din această comparare, lipsa unor dispozitive industriale, generalizate în practica curentă, din categoria tipului dovedit a fi optim din punct de vedere funcţional.

Astfel, se menţionează strict ca ilustrare a stadiului tehnic actual, în primul rînd : dispozitivul clasic cu recipient de luat probe medii, folosit atît în Republica Socialistă România, cît şi în străinătate, de exemplu : fabricat VAREC—S.U.A. BOTTLE SAMPLING GAGE [4], (fig. 2).

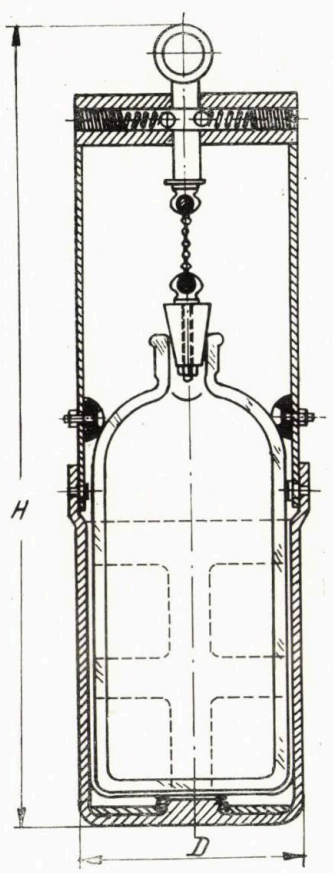


Fig. 2. Recipient de luat probe medii [4].

De asemenea, se mai menţionează ca tip reprezentativ de dispozitiv de luat probe medii de la înălţimi de nivel echidistante, cu acţionare pneumatică cu pompă de aer manuală, dispozi-

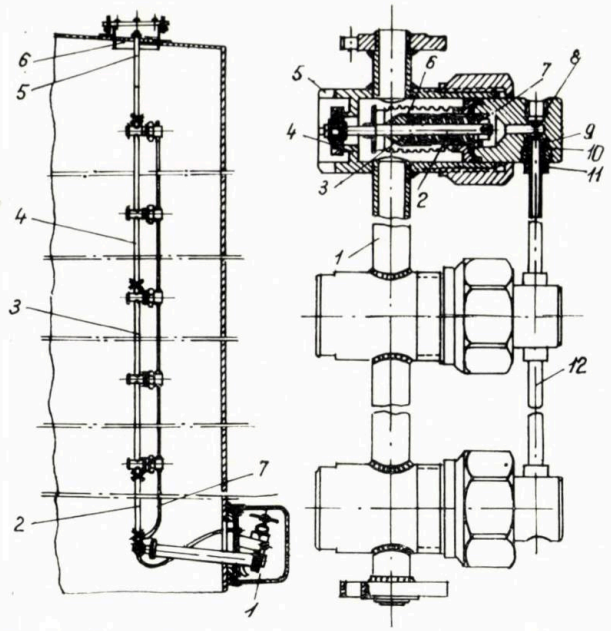


Fig. 3. Dispozitiv cu robinete pneumatice multiple tip P.S.R.—4, cu organ de obturare de tip normal închis [5].

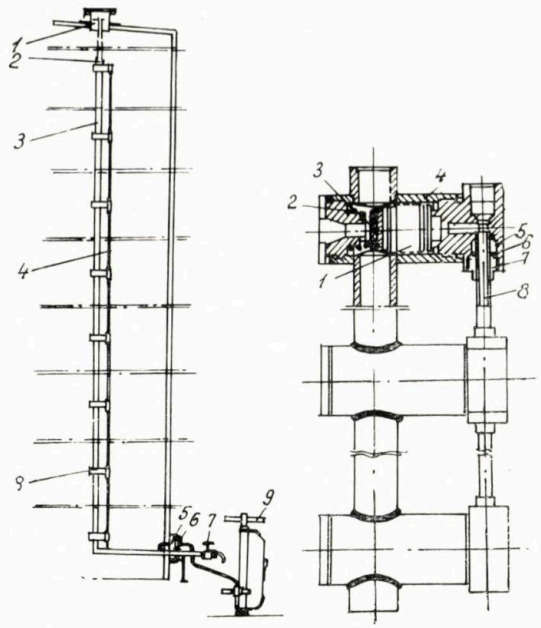


Fig. 4. Dispozitiv cu robinete pneumatice multiple tip P.S.R.—1M, cu organ de obturare de tip normal deschis [5].

tivul cu robinete multiple tip P.S.R., de fabricație U.R.S.S. [5], realizat în două variante: cu organ de obturare normal închis, respectiv normal deschis, conform figurilor 3 și 4.

Caracteristicile tehnice ale dispozitivelor tip P.S.R. (U.R.S.S.) trecute în tabela 4, sînt interesante de cunoscut, tot în vederea punerii

TABELA 4

Caracteristici tehnice principale	Tipul dispozitivului	
	P.S.R.—1M	P.S.R.—4
Tipul rezervorului	vertical la suprafață	
Tipul produsului	produse petroliere albe, uleiuri fluide	
Înălțimea maximă a rezervorului, m	12	12
Presiunea maximă în rezervor, mm col. H_2O	200	3 000
Timpul de egalizare a probei	produse albe: 30 s uleiuri: 2 min	30 s 2 min
Volumul probei pentru 1 m nivel, cm^3	200	180
Tipul ventilelor cu acționare pneumatică	normal deschis	normal închis
Tipul pompei de aer	transportabilă	transportabile
Presiunea maximă a aerului comprimat, at	3	3
Diametrul tubului portprobă, mm	15	15
Diametrul orificiilor de colectare, mm	7,3	17

la dispoziție a unui termen de comparație complet [5].

5.2. *Descrierea dispozitivului.* Conform schemelor din figura 5 *a*, *b*, *c* dispozitivul cuprinde un tub portprobă *1*, avînd practicată pe toată lungimea sa utilă o fantă longitudinală, prin care se colectează proba care reprezintă o coloană de lichid de înălțime riguros egală cu nivelul lichidului existent în rezervor între nivelul maxim al oglinzii de lichid și nivelul minim al stocului mort. Obturarea fantei tubului portprobă se face cu ajutorul unui dispozitiv de obturare cu două membrane cilindrice *3*, care prin

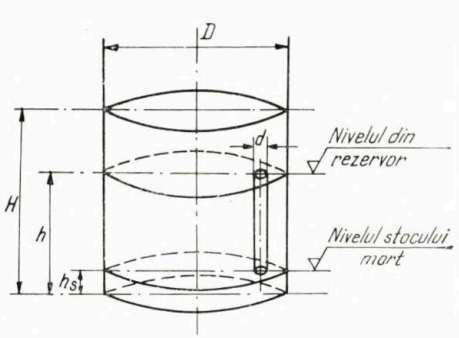


Fig. 5 a. Schema de principiu a prelevării probei de lichid riguros reprezentative din rezervor;

Relații de volume	
Volumul	Relația
Total rezervor	$H.\frac{\pi D^2}{4}$
Lichid etalonat	$(h-h_s)\frac{\pi d^2}{4}$
Probă prelevată	$(h-h_s)\frac{\pi d^2}{4}$

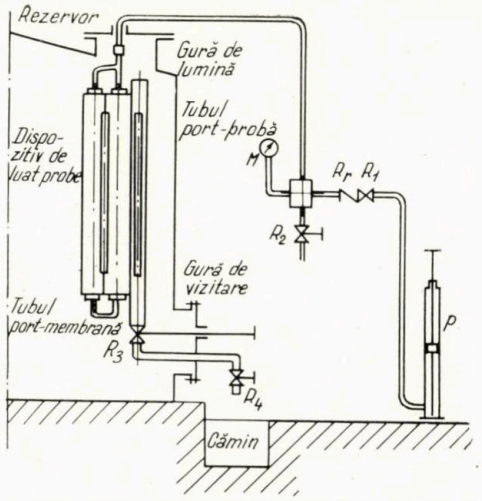


Fig. 5. *b*. Schema de principiu a claviaturii de lichid colectat şi aer comprimat de acţionare a organului de obturare : M — manometru; P — pompă de aer; R_r — robinet de reţinere aer; R_1 — robinet de închidere aer; R_2 — robinet de evacuare aer; R_3 — supapă de golire a probei de lichid; R_4 — robinet de închidere de siguranţă a lichidului din rezervor.

gonflare fac contact de-a lungul generatoarei lor comune şi obturează accesul lichidului din rezervor către tubul portprobă. Dispozitivul de obturare poate fi realizat în diverse variante constructive, respectiv :

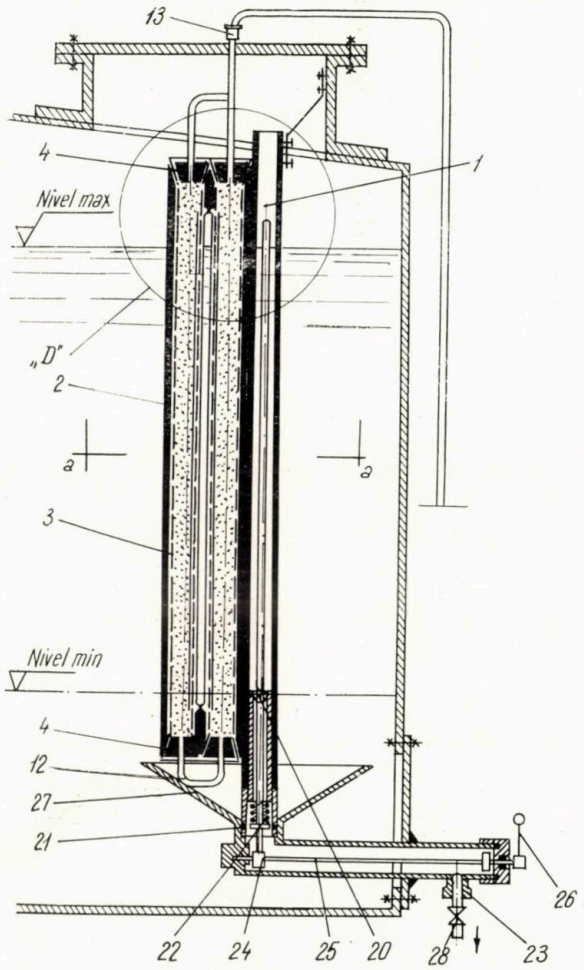


Fig. 5 *c*. Schemă de ansamblu.

— cu tub portprobă coaxial cu tubul portmembrană ;

— cu tub portprobă plasat tangent interior faţă de tubul portmembrană ;

— cu tub portprobă amplasat alăturat de un tub portmembrană dublu.

În cazul ultimei variante care s-a adoptat, cele două membrane cilindrice sînt etanşate la capete cu patru dopuri conice *4*. Dispozitivul se amplasează vertical în rezervor, montajul realizîndu-se prin gura de vizitare superioară a rezervorului. Dispozitivul se fixează la partea sa superioară, iar la partea inferioară se centrează şi se etanşează în pîlnia *27* a colectorului probei de lichid. Colectorul este prevăzut cu un robinet de fund *20* acţionat din afara rezervorului, care permite evacuarea probei, precum şi cu un robinet de scurgere *28*.

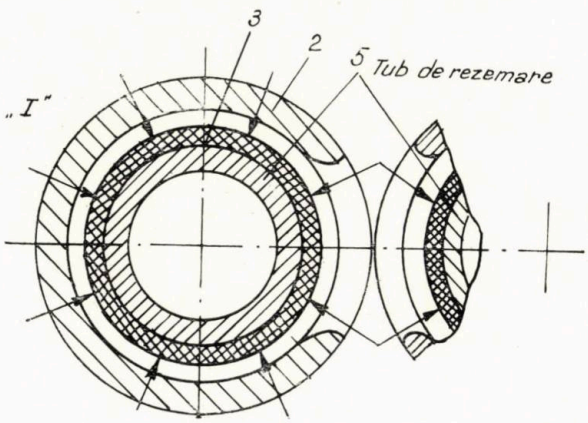


Fig. 6. Rezemarea membranelor spre interior pe tubul de rezemare interior *5*, sub acţiunea presiunii hidrostatice a lichidului din rezervor.

Pentru acţionarea pneumatică a organului de obturare cu dublă membrană cilindrică a tubului portprobă, se prevede o sursă de aer comprimat cuprinzînd o butelie de aer comprimat şi, respectiv, o pompă de aer de mînă, pentru asigurarea reumplerii locale a buteliei de către operator.

Sursa de aer comprimat, claviatura de comandă pneumatică, robinetul şi recipientul de colectare a probei de lichid, se amplasează exterior, la baza rezervorului.

Din punct de vedere constructiv, se reţin următoarele :

— Pentru asigurarea deformării minime a membranelor cilindrice şi reducerii consumului de aer comprimat, s-au prevăzut în interiorul membranelor *3*, tuburile de rezemare *5*. Astfel, membranele îşi păstrează, datorită tuburilor de rezemare *5*, forma cilindrică şi în intervalele de timp cînd nu se iau probe şi cînd, deci, dispozitivul fiind deschis, iar aerul comprimat evacuat, presiunea hidrostatică tinde să aplatizeze membranele (fig. 6). În acelaşi timp membranele nu se aplatizează şi, deci, nu se pot lipi prin crearea contactului direct cauciuc pe cauciuc. De asemenea, la gonflarea membra-

nelor, se realizează o zonă de deformare avantajoasă, la care este exclusă formarea de cute. În plus, deformarea prin gonflare a unei membrane în dreptul fantei sale, este limitată de tubul interior de rezemare *5* al celeilalte membrane (fig. 7), ceea ce elimină pericolul de spargere în cazul în care numai o singură membrană s-ar gonfla. Volumul de aer comprimat se reduce la spaţiul inelar dintre membrană şi tubul de rezemare.

— Fanta tubului portprobă *1*, prin care se comunică cu lichidul din interiorul rezervorului, este continuă.

— Membranele cilindrice *3* se execută din

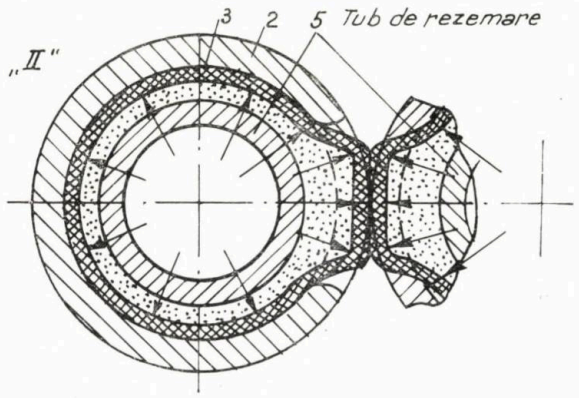


Fig. 7. Rezemarea membranelor spre exterior, pe tubul port-membrană *3*, sub acţiunea presiunii aerului comprimat de acţionare.

cauciuc rezistent la ţiţei, cu alungire mare ($\delta \geqslant 400\%$).

— Pentru menajarea membranelor, suprafeţele dispozitivului cu care membranele intră în contact sînt condiţionate ca rugozitate şi ca raze de racordare.

5.3. *Caracteristicile tehnice generale ale dispozitivului* pot fi indicate pentru condiţiile specifice actuale ale şantierelor din România (cu observaţia că aceste caracteristici nu sînt evident limitative pentru concepţia constructivă a dispozitivului), sub forma :

— tipul rezervorului : conf. STAS 1606—50 ;

— înălţimea rezervorului : $H_R = 3\,160$ mm ;

— nivelul maxim de lichid : $H_{max.} = H_R - 200$ mm ;

— nivelul minim de lichid (stocul mort) : $H_{min.} = 300$ mm ;

— tipul fluidului : ţiţei curat ; ţiţei neconform (2%-impurităţi) ; ţiţei murdar ; (>2%— impurităţi) ;

— gradul de corozivitate : mediu agresiv — ţiţei brut, cu impurităţi (apă sărată) etc. ;

— suspensii : nisip, suspensii mecanice diverse ;

— presiunea maximă în rezervor : presiunea atmosferică ; suprapresiune 300 mm apă ;

—temperatura maximă a fluidului : + 60°C ;

— volumul unitar al probei colectate pentru înălţimea reală de nivel de lichid analizat : 200—500 cm^3/m ;

— volumul total al probei colectate :

— minimum necesar : 2 dm^3 ;

— maximum recomandat : 5 dm^3 ;

— presiunea aerului comprimat pentru obturarea dispozitivului : maximum 3 kgf/cm^2.

Se observă că datele arătate se referă la cazul rezervoarelor curente de formă cilindru vertical. În cazul rezervoarelor sferice sau al cisternelor de formă cilindru orizontal, corecţia de variaţie a secţiunii rezervorului la diverse nivele se face deosebit de comod, prin introducerea în tubul portprobă a unui miez de corecţie, a cărui secţiune variază pe verticală invers proporţional cu variaţia de secţiune a rezervorului.

5.4. *Condiţii de montaj în rezervor.* Aşa cum s-a arătat din premisele de realizare, dispozitivul este destinat să fie montat permanent în rezervor. Faţă de specificul de lucru de la rezervoarele de ţiţei este necesar să se respecte cîteva condiţii de montaj particulare, respectiv :

— dispozitivul se montează permanent în rezervor, în poziţie verticală, fixîndu-se la partea sa superioară. Introducerea în rezervor se face prin gura superioară de lumină. Distanţa minimă faţă de peretele rezervorului este de circa 300 mm ;

— se asigură montajul, respectiv demontajul, dispozitivului, cînd rezervorul este plin, fără a fi necesară golirea prealabilă a rezervorului, prin introducerea sa pe la gura de vizitare superioară a rezervorului şi prin centrarea sa la baza rezervorului în pîlnia *27* ;

— claviatura de aer comprimat se amplasează la baza rezervorului, alături de robinetul de colectare a probei şi de sursa de aer comprimat (butelie + pompă de aer manuală). Se prevede pentru tot ansamblul un cofret de protecţie ;

— racordul de colectare a probei de lichid se montează la baza rezervorului, fixîndu-se etanş la capacul gurii de vizitare de la baza rezervorului, la înălţimea condiţionată de nivelul minim al lichidului (nivelul stocului mort) ;

— legătura de aer comprimat la dispozitiv asigură la trecerea sa prin capacul gurii de lumină posibilitatea demontării capacului gurii de lumină, pentru controlul dispozitivului, fără întreruperea funcţionării acestuia.

Condiţiile de montaj menţionate nu prezintă însă limitări restrictive pentru condiţiile de funcţionare obişnuite de la rezervoare, ceea ce asigură aplicarea fără dificultăţi a dispozitivului în şantiere.

5.5. *Măsuri de siguranţă.* Faţă de gradul de responsabilitate al dispozitivului, legat de asigurarea integrităţii rezervorului cu ţiţei brut la care se montează, este deosebit de important să se asigure unele măsuri de sigu-

ranţă esenţiale. Principalele măsuri preconizate s-au considerat a fi următoarele :

— acţionarea pneumatică a organului de obturare a dispozitivului care elimină pericolul de incendiu posibil în cazul utilizării altor tipuri de acţionări ;

— supapa de siguranţă *18* pentru limitarea presiunii maxime de admisie a aerului comprimat, pentru evitarea spargerii membranelor ;

— robinetul de fund *20*, de tip permanent închis, care se deschide şi, respectiv, rămîne deschis numai pe durata acţionării levierului *24*, de deschidere din afara rezervorului a robinetului de fund. Se evită astfel scurgerea lichidului din rezervor în afară, în eventualitatea spargerii membranelor ;

— robinetul de scurgere *28* a probei de lichid, care dublează funcţional robinetul de fund, reprezentînd organul de obturare a dispozitivului spre exteriorul rezervorului, care împiedică scurgerea lichidului din rezervor dacă dispozitivul se scoate din rezervorul plin cu lichid ;

— pîlnia de centrare *27*, care permite montarea dispozitivului în rezervorul plin cu lichid, fără a fi necesară, deci, golirea prealabilă a rezervorului în vederea intrării operatorului în interiorul rezervorului pentru montaj.

5.6. *Avantajele dispozitivului* pot fi acum relativ amănunţit precizate, ca urmare a trecerii în revistă a diferitelor aspecte principiale, constructive, de montaj şi funcţionale. Enumerînd în mod direct se reţin avantajele principale interesante :

— se asigură obţinerea de probe de lichid riguros reprezentative atît din rezervoare atmosferice, cît şi din vase sub presiune, recoltarea probei executîndu-se fără realizarea unui efect de turbulenţă pe verticală, ceea ce permite cunoaşterea gradului efectiv de separare gravimetrică a amestecului nestabil din rezervor ;

— proba de lichid obţinută din rezervoare parţial pline este, de asemenea, riguros reprezentativă ;

— nu sînt posibile erori de manipulare la recoltarea probei, manipularea reducîndu-se la manevra a trei ventile ;

— siguranţa în funcţionare, în sensul etanşării dispozitivului, este mare, datorită existenţei unui organ de obturare unic, membranele de etanşare, care, în plus, nu etanşează pe un scaun de suprafaţă limitată, ci pe toată suprafaţa lor de contact. Asigurarea etanşării este uşor de controlat din exterior, fără demontarea dispozitivului ;

— umplerea dispozitivului cu lichid se face riguros uniform pe întreaga înălţime a nivelului de lichid din rezervor, datorită fantei verticale continue de comunicare :

— dispozitivul nu comportă piese în mişcare ;

— dispozitivul se pretează la automatizarea completă prin simpla înlocuire a celor trei robinete de manevră obişnuite, cu robinete de acţionare pneumatică ;

— dispozitivul poate şi este recomandabil chiar de a fi executat exclusiv din materiale plastice, fiind astfel adecvat pentru funcţionarea în condiţii corosive ;

— dispozitivul permite luarea de probe riguros reprezentative şi din rezervoarele de formă diferită de forma cilindru vertical, prin simpla introducere în tubul portprobă a unei tije lungi, de secţiune variabilă, invers proporţională cu variaţia pe verticală a secţiunii rezervorului respectiv. De asemenea, se pot construi dispozitive cu tub portprobă de formă curbă oarecare, etanşarea membranei cilindrice pe fanta îngustă de trecere a robinetului fiind posibilă şi pe fanta dispusă de-a lungul unui ax curb oarecare.

6. Automatizarea operaţiei de luare a probelor din rezervoare

În practica actuală, luarea probelor medii cu ajutorul recipientului cu dop manevrat de operator prin gura de vizitare superioară a rezervorului, este prin excelenţă o operaţie manuală. Mecanizarea sau automatizarea operaţiei astfel executate nu este de conceput, deoarece ar duce la complicaţii constructive exagerate. Pentru introducerea mecanizării sau a automatizării acestei operaţii, în cazul în care acest lucru se demonstrează a fi necesar, este evident că însăşi tehnologia de lucru trebuie modificată. Acest punct de vedere nu este surprinzător, deoarece în multe domenii industriale s-a dovedit necesar ca, în vederea introducerii automatizării, să se subordoneze tehnologia de lucru dezideratelor de automatizare.

Care sînt, de fapt, raţiunile de necesitate ale introducerii mecanizării, respectiv automatizării, operaţiei de luare a probelor ? Analiza acestui aspect este în primul rînd necesară şi constituie, de altfel, primul pas spre automatizare. Argumentele în acest sens se pare că sînt numeroase :

— în primul rînd, avînd în vedere obiectivul tehnologic de măsurare al operaţiei, se pune problema siguranţei efectuării operaţiei, care nu trebuie să fie afectată de promptitudinea sau de îndemînarea operatorului, aşa cum este cazul la orice operaţie executată manual ;

— în al doilea rînd, trebuie avute în vedere dificultăţile speciale de operare, proprii metodei de luat probe medii în general, în cazurile mai complicate la care este vorba, de exemplu, de păstrarea părţilor volatile, de lucrul în rezervoare de forme speciale sau de lucrul în rezervoare sub presiune. Aceste dificultăţi se rezolvă în mare parte, în prezent, tot cu ajutorul factorului operator ;

— în fine, în al treilea rînd, sînt de luat în seamă condiţiile de pericol şi durata lungă de timp, în care operatorul execută manual operaţia, fiind obligat să se urce pe rezervor în orice anotimp şi condiţii meteorologice.

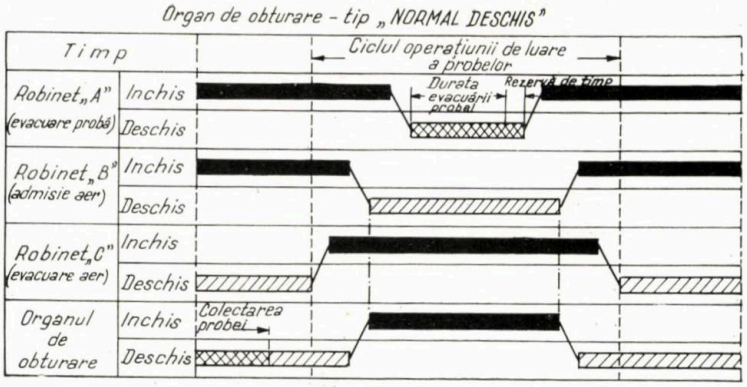


Fig. 8 *a*. Ciclograma de funcționare pentru organ de obturare tip „normal deschis".

Dezideratele desprinse din cele expuse ar putea fi concretizate sub forma :

— asigurarea integrității probei prelevate, independent de factorul operator, în general ;

— eliminarea necesității de urcare pe rezervor pentru executarea operației.

Rezolvarea izolată a problemei reprezintă desigur în acest mod un scop în sine, justificat tehnic. În sfera mai cuprinzătoare a problemei automatizării parcurilor de rezervoare, se poate însă întrevedea și necesitatea de programare în timp a operației de luare a probelor, în cadrul ciclogramei de ansamblu a tuturor operațiilor efectuate automat în parcul sau în rezervorul respectiv : umplere, golire etc. Desigur, în cazul automatizării operației, lucrul conform programului nu constituie nici o dificultate, presupunînd exclusiv prevederea unui programator de timp care să asigure comanda automată a dispozitivului respectiv, conform secvențelor sale de timp de lucru. Ca un aspect suplimentar, mai trebuie menționat faptul că, față de pericolul de incendiu și de explozie, ca și față de cerințele de evitare a contaminării probei, tipul de acționare cel mai adecvat pare să fie acționarea pneumatică. De altfel, problema acționării pneumatice nu implică prevederea unei rețele de aer comprimat, ceea ce ar fi greu de acceptat pentru condițiile existente la rezervoarele din schelă, ci numai o butelie de aer comprimat, care poate fi schimbată periodic sau a cărei presiune poate fi refăcută, de asemenea, periodic, cu ajutorul unei pompe de aer de mînă. Această soluție se impune de la sine, atît ca simplicitate, cît și datorită consumului redus de aer comprimat, dictat de numărul mic de operații ce trebuie efectuate pe zi. În plus, ca un corolar oarecum subînțeles, este de presupus că numai un dispozitiv de luat probe montat permanent în rezervor ar fi recomandabil pentru asigurarea tuturor condițiilor arătate.

În sensul ansamblului de aspecte diferite pe care le pune automatizarea operației de luare a probelor, se poate vedea acum cu ușurință că cele două dispozitive pneumatice anterior prezentate :

— dispozitivele tip P.S.R.—U.R.S.S. și

— dispozitivul conform brevet R.S.R. — 44754, pot rezolva în mod similar problema automatizării, evident cu diferențele de rigurozitate a probelor prelevate care au fost deja evidențiate.

Ambele dispozitive se operează identic, prin manevrarea a trei robinete :

— robinetul de golire a probei colectate ;

— robinetul de admisie a aerului comprimat ;

— robinetul de evacuare a aerului comprimat.

Pentru cele două tipuri de organe de obturare, normal deschis și normal închis, ciclogramele de funcționare ale celor trei robinete de manevră sînt arătate în figura 8 *a* și *b*.

Dacă se face compararea celor două ciclograme, rezultă, și din punctul de vedere al complexității ciclogramei, că tipul de organ de obturare normal deschis este mai avantajos.

Ciclogramele din figura 8 *a* și *b* sînt însă în același timp valabile atît pentru comanda automată, cît și pentru deservirea manuală. Așa cum

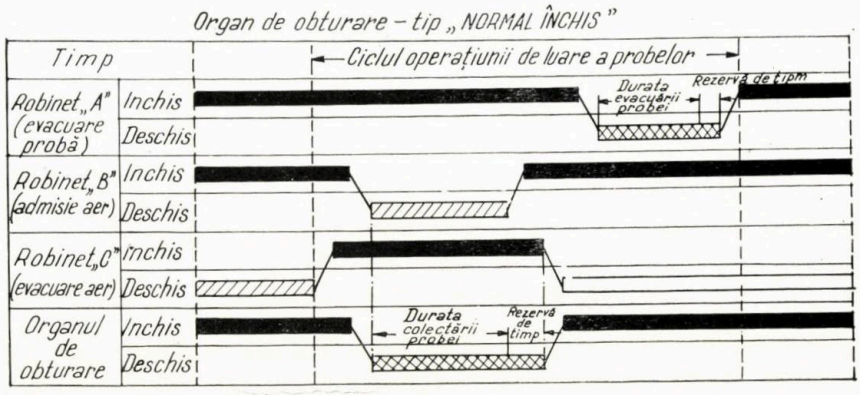


Fig. 8 *b*. Ciclograma de funcționare pentru organ de obturare tip „normal închis."

s-a arătat, modul de lucru automat nu este, de altfel, justificat decît în cazul automatizării complexului de operații efectuate în ansamblu la rezervoare. Chiar în acest caz, deservirea manuală trebuie prevăzută, pentru asigurarea continuității executării operațiilor în diverse situații de avarie a sistemului automat și pentru a nu perturba procesul de producție general prin întreruperi neprevăzute. Practic, rezolvarea acestui deziderat este posibilă ușor, prin prevederea celor trei robinete de manevră menționate, cu dublă acționare, manuală și pneumatică.

7. Concluzii

1. În condițiile tehnologiei actuale de lucru, precizia industrială realizată la măsurarea principalilor parametri care concurează pentru stabilirea producției nete de țiței permite să se constate că sursele erorilor volumetrice (ε_v) sînt ponderate aproximativ astfel:

— temperatura lichidului din rezervor: $\varepsilon_{v_t} \cong \pm 0{,}1\,\%$;

— nivelul în rezervor: $\varepsilon_{v_H} \cong \pm 1\,\%$;

— cantitatea de impurități: $\varepsilon_{v_I} \cong \pm 10\,\%$;

ceea ce argumentează importanța majoră a problemei probelor de lichid din rezervoare.

2. Dispozitivul prezentat, rezolvă, printr-o soluție constructivă simplă, dezideratele principale ale colectării de probe de țiței din rezervoare, conform tehnologiei în sistem deschis, asigurînd obținerea de probe riguros reprezentative și permițînd automatizarea operației. La experimentarea de durată în șantier a dispozitivului, într-un rezervor de etalonare de 20 m³, s-au putut verifica atît viabilitatea soluției constructive aplicate, cît și performanțele de rigurozitatea probelor de lichid succesiv colectate, conform cu considerațiile volumetrice arătate la descrierea funcționării dispozitivului. În condițiile aplicării viitoare a tehnologiei de extracție în sistem închis, dispozitivul va putea fi aplicat în continuare în cadrul rezervoarelor-tampon, datorită posibilităților sale de lucru și în condiții de presiune.

3. Dată fiind similitudinea problemelor de colectare a probelor de lichid din rezervoare de depozitare de amestecuri de lichide ce tind să se separe gravitațional, din alte ramuri industriale, cum ar fi rafinării, uzine chimice etc., sînt de întrevăzut posibilități de extindere a aplicării dispozitivului realizat inițial pentru rezervoarele de etalonare a sondelor.

BIBLIOGRAFIE

1. Tindeche, S. Măsurarea petrolului și produselor petrolifere. Ed. tehnică, București, 1965.
2. * * * Aparat de luat probe de lichid din rezervoare, continuu sau cu program. Tema de cercetare I.C.F.E. nr. 53/1965.
3. * * * Brevet R.S.R. nr. 44754 Dispozitiv pentru luarea de probe de lichid din rezervoare.
4. * * * Catalog VAREC Inc. — S.U.A., 1965.
5. Slender, I. I. și colab. Spravocinic avtomatizația priborî controlea i regulirovania. Gostoptehizdat, Moskva, 1963.

Acţiunea unor inhibitori radicalici asupra procesului de formare a gumelor în benzinele de piroliză

V. Părăuşanu,
D. Mihăiţă şi
T. Vlad

În procesele de prelucrare termică a diverselor produse petroliere, se formează o serie de hidrocarburi care manifestă o mare reactivitate chimică, datorită modificărilor structurale suferite de moleculele produsului iniţial sub acţiunea temperaturii.

La piroliza hidrocarburilor uşoare în scopul obţinerii de etilenă şi propilenă se formează, în afara produşilor principali, şi o cantitate importantă de produşi secundari, care, în condiţii de presiune şi temperatură obişnuite, se prezintă sub formă gazoasă, lichidă sau solidă.

Dintre produşii secundari rezultaţi din procesul de piroliză cea mai mare pondere o au hidrocarburile lichide, denumite în mod curent benzină de piroliză.

Cantitatea totală şi compoziţia compuşilor secundari lichizi depinde de natura materiei prime şi de condiţiile tehnologice în care decurge procesul de piroliză.

Condiţiile tehnologice, aplicate pentru a se împiedica o serie de reacţii secundare şi pentru a se obţine randamente ridicate în olefine, ating la un moment dat o valoare limită, care afectează eficacitatea economică a procesului, fără a înlătura complet formarea produşilor secundari.

H. Linden şi J. Peck [1] au stabilit că, în condiţii identice de piroliză, cantitatea de benzină care se obţine ca produs secundar creşte o dată cu creşterea raportului C/H în materia primă şi că, pentru materiile prime la care raportul C/H este mai mare de 5,2, cantitatea de benzină care rezultă reprezintă peste 40% în greutate faţă de materia primă.

Compoziţia benzinelor de piroliză variază într-o mai mică măsură cu natura materiei prime, fiind compuse, în general, din alchene cu catene liniare şi ramificate, dialchene, alchene ciclice şi hidrocarburi aromatice de la benzen pînă la hidrocarburi policiclice cu număr mare de atomi de carbon [2].

În tabela 1 sînt prezentate rezultatele analizei cromatografice efectuate de către W.M. Swanson şi C. H. Watkins [3], pe o benzină rezultată la piroliza propanului.

Aşa cum rezultă şi din tabela 1, datorită compoziţiei complexe a benzinelor de piroliză, în care predomină hidrocarburile nesaturate şi cele aromate, aceste benzine prezintă o mare instabilitate chimică şi pot forma, chiar în condiţii obişnuite de separare şi de depozitare, cantităţi importante de gume care afectează o serie de utilaje şi de procese de prelucrare ulterioare.

TABELA 1

Compoziţia procentuală a benzinelor rezultate la piroliza propanului

Hidrocarburi	Conţinut în volume, %
C_5 (dialchene, alchene, alcani + cicloalcani)	21
C_6 (dialchene, alchene, alcani + cicloalcani)	7
benzen	32
C_7 (dialchene, alchene, alcani + cicloalcani)	5
toluen	8
C_8 (dialchene, alchene, alcani + cicloalcani)	3
aromatice alchilate	3
stiren	2
C_9 (dialchene, alchene, alcani + cicloalcani)	4
aromatice grele	15

În instalaţiile de fracţionare a hidrocarburilor uşoare din cadrul unor fabrici de olefine, depunerile de gume duc la înrăutăţirea procesului de separare, prin blocarea clopoţeilor în coloanele de separare, ceea ce implică intervenţii frecvente pentru curăţarea acestor depuneri. De asemenea, acelaşi fenomen duce la scăderea şi la fluctuaţia transferului de căldură.

Înlăturarea gumelor din benzina de piroliză prezintă importanţă economică, avînd repercusiuni atît asupra desfăşurării procesului în faza de separare, cît şi asupra valorificării ulterioare a subprodusilor rezultaţi.

O serie de autori care au studiat formarea gumelor în benzinele de rafinare au propus mai multe mecanisme de formare a acestor produşi, cel mai larg acceptat fiind mecanismul polimerizării în lanţ prin radicali liberi [4].

Conform acestui mecanism, iniţierea reacţiei de polimerizare a hidrocarburilor nesaturate şi dublu nesaturate, prezente în benzinele de rafinare, are loc ca urmare a combinării oxigenului atmosferic cu hidrocarburile olefinice şi a formării de peroxizi şi de hidroperoxizi organici, capabili să se descompună la temperatura obişnuită în radicali liberi. Cantitatea de peroxizi care se formează în acest mod creşte o dată cu timpul de depozitare a benzinelor în prezenţa oxigenului şi cu temperatura.

R. C a h n [5] studiază acţiunea oxigenului atmosferic asupra olefinelor superioare şi arată că, în cazul butadienei, la o depozitare de 24 de ore la temperatura obişnuită, cantitatea de peroxid ce se formează atinge o concentraţie de 120 p.p.m., iar prin ridicarea temperaturii la 50°C, pentru acelaşi timp de depozitare, concentraţia de peroxid format în contact cu oxigenul atmosferic creşte la 460 p.p.m.

Formarea peroxizilor poate fi prevenită prin eliminarea aerului sau prin folosirea unor inhibitori de oxidare adecvaţi. Prezenţa acestor inhibitori poate preveni şi polimerizarea butadienei sau a altor hidrocarburi olefinice, iniţiată de peroxizii formaţi.

E. G. N o t t e s [6] studiază mecanismul de formare a gumelor în benzina de cracare catalitică şi arată că sub influenţa oxigenului din aer, a căldurii, a luminii, sub acţiunea catalitică a unor metale, cupru şi vanadiu, apar reacţii de oxidare în lanţ, de polimerizare şi de condensare, care duc la formarea de gume.

Cercetările cinetice au arătat că, în general, cele mai multe autooxidări sînt reacţii înlănţuite autocatalizate. Natura autocatalitică a reacţiilor de autooxidare se explică prin faptul că însuşi hidroperoxidul format în reacţie joacă rolul de promotor. Descompunerea termică a unor mici cantităţi din hidroperoxidul format în reacţie dă naştere radicalilor liberi necesari iniţierii de lanţuri de reacţii [7].

Radicalii liberi formaţi iniţiază atît reacţia de autooxidare, cît şi reacţia de polimerizare a olefinelor prezente în benzină, ducînd la formarea gumelor.

Din şirul reacţiilor de autooxidare înlănţuită, cea mai importantă este reacţia de iniţiere [8]. Dacă această reacţie are loc înseamnă că în mediul respectiv există radicali liberi bogaţi în energie, care vor iniţia atît reacţia de oxidare, cît şi reacţiile de polimerizare a alchenelor.

În scopul împiedicării reacţiei de iniţiere se introduc în mediul respectiv anumite substanţe capabile să cedeze un atom de hidrogen radicalului peroxidic, blocîndu-l şi formînd radicali liberi, săraci în energie. Aceşti radicali săraci în energie nu pot iniţia lanţuri noi de reacţie şi se stabilizează la rîndul lor numai prin reacţii cu alţi radicali. Aceste substanţe poartă denumirea comună de inhibitori [9, 10].

Notînd cu RH molecula de hidrocarbură, cu AH molecula de inhibitor, cu $ROOH$ molecula de peroxid, iar cu A·, ROO· şi R· radicalii care se formează prin descompunerea moleculelor menţionate, se poate prezenta următorul mecanism al reacţiei de inhibare a radicalilor liberi, formaţi prin autooxidarea catalitică a hidrocarburilor din benzinele de piroliză.

Iniţierea

$$RH + O_2 \rightarrow R\cdot + HO_2\cdot \quad (1)$$

$$AH + O_2 \rightarrow A\cdot + HO_2\cdot \quad (2)$$

$$ROOH \quad RO\cdot, RO_2\cdot, HO\cdot \quad (3)$$

Propagarea

$$R\cdot + O_2 \rightarrow RO_2\cdot \quad (4)$$

$$RO_2\cdot + RH \rightarrow ROOH + R\cdot \quad (5)$$

Transferul de lanţ

$$RO_2\cdot + AH \quad ROOH + A\cdot \quad (6)$$

$$A\cdot + RH \quad AH + R\cdot \quad (7)$$

Întreruperea

$$A\cdot + RO_2\cdot \text{ produs stabil} \quad (8)$$

$$2A\cdot \quad \text{produs stabil} \quad (9)$$

$$2ROO\cdot \text{ produs stabil} \quad (10)$$

Mecanismul prezentat are caracter general, inhibitorii putînd acţiona diferenţiat, în funcţie de structura lor moleculară. După S h e l t o n [11], inhibitorii de tipul fenolic şi amine substituite acţionează, în special, prin transferul de lanţ, conform reacţiilor [6, 8 şi 9] M/D.

B i c k e l şi K o o y m a n [12] confirmă acest mecanism adăugînd că este posibil ca inhibarea să aibă loc şi prin formarea unor radicali mai complecşi, cu mobilitate mai mică, de tipul:

$$AH + RO_2\cdot \rightarrow (RO_2AH)\cdot \quad (11)$$

$$(RO_2AH)\cdot + RO_2\cdot \text{ produs inactiv} \quad (12)$$

Datorită compoziţiei complexe şi a deosebirilor care există între benzinele reziduale de piroliză şi celelalte tipuri de benzină, nu se poate stabili apriori care anume inhibitor este cel mai indicat pentru a împiedica formarea gumelor în amestecul de benzină produs [6]. Alegerea inhibitorului depinde în mare măsură de tipurile de hidrocarburi conţinute de benzina respectivă, de raportul dintre ele şi de conţinutul lor în sulf.

Partea experimentală

S-a urmărit inhibarea procesului de formare a gumelor în benzina rezultată ca produs secundar la piroliza hidrocarburilor uşoare C_2 — C_3 în instalaţiile de olefine, în scopul evitării blocării coloanei de debutanizare şi a ridicării posibilităţilor de valorificare a acestui subprodus.

Materia primă din care rezultă această benzină constă într-un amestec de etan—propan, în raport de 1/3 în greutate, iar condiţiile tehnologice de piroliză sînt următoarele:

— temperatura: 820°C;

— timpul de trecere prin zona de reacţie: 1—1,6 s;

— căderea de presiune în serpentine: 3—0,5 atm.

Benzina obţinută în condiţiile menţionate a fost caracterizată prin metode clasice şi prin

cromatografia de gaze, în scopul stabilirii compoziției și a găsirii celui mai adecvat inhibitor.

Analizele efectuate conform standardelor pentru produse petroliere (13) și prezentate în tabela 2 au pus în evidență ca valori particulare cifra de iod ridicată, tensiunea de vapori mari și un conținut mare de gume.

TABELA 2

Principalele caracteristici ale benzinelor rezultate la piroliza amestecului de etan-propan

Caracteristici	Valoarea medie a determinărilor
Densitatea, 15°C, g/cm³	0,8105
Aciditatea minerală	lipsă
Aciditatea organică, mg KOH/100 ml	0,721
Coroziunea pe placă de cupru	negativă
Cifra de iod, g iod/100 g	135
Cifra octanică motor	90
Presiunea de vapori la 37,8°C, mm Hg	540
Gume, mg/100 ml	550
Apă, %	0,018
Sulf total, %	0,012

Analiza cromatografică a fost efectuată pe un cromatograf Becker în regim de programare a temperaturii și a pus în evidență principalii componenți și ponderea cu care participă fiecare dintre ei, în benzina de piroliză. Rezultatele analizelor cromatografice sînt menționate în tabela 3.

TABELA 3

Compoziția procentuală a unei benzine de piroliză

Componenți	Conținut în greutate, %
Butan, butene, pentan, pentene	20
Izopren	5,12
Piperilene	10,89
Ciclopentadienă	3,6
C_6-C_7	2,0
Benzen	29
C_9	0,08
Toluen	3,87
C_{10} + xileni	3,12
Diciclopentadienă	18,15
Compuși grei	3,29

Din datele prezentate în tabelele 2 și 3, rezultă că benzina obținută la piroliza amestecului de etan—propan are o compoziție complexă, cu un conținut ridicat de hidrocarburi nesaturate, în special C_4 și C_5, capabile de a polimeriza în condiții blînde, conducînd la formare de gume.

Alchenele liniare și ciclice prezente în benzina de piroliză se oxidează în prezența oxigenului atmosferic la temperatura obișnuită, ducînd la formarea unor compuși oxigenați, cu structură peroxidică și hidroperoxidică, capabili să genereze radicali liberi, care inițiază formarea gumelor.

Existența acestui mecanism s-a pus în evidență prin identificarea compușilor oxigenați din benzinele de piroliză în contact cu oxigenul atmosferic, prin analiza spectrală în infraroșu.

S-a recoltat o cantitate de 0,5 l benzină de piroliză într-o fiolă de sticlă cu capacitatea de 1 l prevăzută cu dop rodat și cu un știuț de descărcare în partea inferioară. Fiola a fost purjată cu argon, încărcarea ei făcîndu-se prin știuțul de la bază, cu ajutorul unui furtun din polietilenă. Fiola a fost închisă și protejată de acțiunea luminii cu hîrtie de indigo. La 3 min după colectarea probei, benzina a fost analizată spectroscopic în domeniul 2—19 μ, notîndu-se această analiză cu timpul 0. Seringa cu care s-a luat proba și cuva de analiză au fost purjate cu argon, trecerea benzinei din fiolă în seringă realizîndu-se fără a se scoate dopul rodat.

După executarea analizei și a înregistrării spectrogramei, fiola a fost deschisă și expusă acțiunii oxigenului atmosferic, la temperatura de 23°C, executîndu-se analize succesive după 1, 2, 8, 24 și 48 de ore de la timpul 0.

Apariția compușilor cu structură peroxidică a fost urmărită pe spectrogramă la 10μ, iar a celor cu structură hidroperoxidică între 11,3 și 12,2 μ. Din compararea spectrogramelor a rezultat că în perioada 0 — 1 oră creșterea concentrației în compuși oxigenați cu structură peroxidică și hidroperoxidică este relativ mică în comparație cu înregistrarea de la timpul 0 și că această creștere devine evidentă la 8 ore după luarea probei, continuînd pînă la 24 de ore, după care concentrația rămîne aproximativ constantă.

Aceste rezultate confirmă mecanismul radicalic de autooxidare și de polimerizare propus, acceptat în prezent și în cazul celorlalte tipuri de benzine.

În scopul inhibării procesului de formare a gumelor în benzina prezentată, s-a studiat comportarea a două clase diferite de compuși chimici, amine substituite și alchil crezoli, care acționează printr-un mecanism radicalic comun, blocînd chiar din faza inițială radicalii liberi, bogați în energie, rezultați prin descompunerea peroxizilor și a hidroperoxizilor.

Ca amină substituită s-a ales NN'-di-*sec*-butil-*p*-fenilendiamină, un produs specific pentru inhibarea gumelor în benzinele de rafinărie, fabricat de firma BASF sub denumirea comercială de Kerobit BPD, iar ca alchilcrezol s-a ales 2,6 di-*terț*-butil-*p*-crezol, de două proveniențe: un produs fabricat de firma I.C.I. (Anglia), sub denumirea comercială de Topanol OC', și un produs românesc, fabricat la uzinele „9 Mai'' — București, după un procedeu realizat de ICECHIM.

Alegerea acestor inhibitori a fost determinată și de capacitatea lor ridicată de dizolvare în benzinele de piroliză, în comparație cu alte categorii de inhibitori radicalici.

În tabela 4 sînt date caracteristicile principale ale celor trei produşi utilizaţi de autori în scopul inhibării procesului de formare a gumelor.

TABELA 4

Caracteristici	N,N'-di-*sec*-butil *p*-fenilendiamină BASF	2,6-di-*terţ*-butil-*p*-crezol (I.C.I.)	2,6-di-*terţ*-butil-*p*-crezol (uzinele „9 Mai" Bucureşti)
Puritate	100%	100%	
Aspect	roşcat	cristale albe	cristale alb-gălbuie
Punct de topire	—	71°C	70°C
Punct de inflamare	145°C	—	—
Densitate la 20°C	0,945	0,912	0,907
Solubilitate în benzină la 20°C	bună	bună	bună
Toxicitate *	toxic	netoxic	netoxic

* Conform specificaţiei administraţiei SUA pentru alimente şi medicamente

Inhibitorii au fost dizolvaţi direct în benzina de piroliză, la temperatura obişnuită, prin agitare uşoară, în concentraţii de 0,01, 0,02, 0,04 şi 0,08% în greutate.

S-a studiat influenţa naturii inhibitorilor şi a concentraţiei lor asupra perioadei de inducţie a benzinei la două perioade de timp diferite influenţa naturii şi a concentraţiei inhibitorilor asupra conţinutului de gume şi rezistenţa inhibitorilor în timp, în condiţii de depozitare normală.

În tabela 5 este dată variaţia perioadei de inducţie în funcţie de natura şi de concentraţia inhibitorilor, efectuată la timpul 0, imediat după adăugarea şi dizolvarea inhibitorilor, precum şi după 52 de zile de la adăugarea lor.

TABELA 5

Perioada de inducţie, în funcţie de natura inhibitorilor şi de concentraţia lor

Denumirea inhibitorului	Concentraţia în greutate, %	Perioada de inducţie la timpul 0, min	Perioada de inducţie după 52 de zile, min
Proba martor	—	10	2
2,6-di-*terţ*-butil-*p*-crezol (uzinele „9 Mai" Bucureşti)	0,01	55	35
	0,02	67	42
	0,04	75	48
	0,08	79	52
2,6-di-*terţ*-butil-*p*-crezol (I.C.I.)	0,01	58	35
	0,02	67	40
	0,04	79	48
	0,08	80	53
N,N'-di-*sec*-butil-*p*-fenilendiamină (BASF)	0,01	78	42
	0,02	90	58
	0,04	98	61
	0,08	110	67

Se observă o comportare asemănătoare a celor doi alchil crezoli, care diferă foarte puţin de cea a N,N'-di-*sec*-butil-*p*-fenilen diamină.

În tabela 6 este redată variaţia conţinutului de gume în funcţie de natura şi de concentraţia inhibitorului.

TABELA 6

Variaţia conţinutului de gume în funcţie de natura şi de concentraţia inhibitorilor

Denumirea inhibitorilor	Concentraţia în greutate, %	Conţinutul de gume, mg/100 cm³
Proba-martor	—	550
2,6-di-*terţ*-butil-*p*-crezol (uzinele „9 Mai"-Bucureşti)	0,01	125
	0,02	110
	0,04	100
	0,08	96
2,6-di-*terţ*-butil-*p*-crezol (I.C.I.)	0,01	130
	0,02	115
	0,04	105
	0,08	99
N,N'-di-*sec*-butil-*p*-fenilen diamină	0,01	190
	0,02	160
	0,04	135
	0,08	115

Din datele prezentate în tabela 6 rezultă că influenţa inhibitorilor creşte o dată cu creşterea concentraţiei lor în benzină, iar capacitatea de inhibare este mai pronunţată la concentraţii mici şi scade treptat la concentraţii mari de inhibitori.

În tabela 7 este prezentată variaţia în timp a capacităţii de inhibare a compuşilor analizaţi, prin determinarea conţinutului de gume existente în benzină, pe o perioadă de 768 de ore de tratare.

Pentru fiecare inhibitor s-au ales două concentraţii considerate ca fiind cele mai eficiente, apreciindu-se şi modificările de culoare ale benzinei tratate şi netratate, după o perioadă de 768 de ore de la tratare.

Din datele prezentate în tabela 7 se observă că inhibitorii studiaţi au o influenţă puternică asupra procesului de formare a gumelor în benzina rezultată la piroliza hidrocarburilor uşoare şi au stabilitate în timp.

Se observă că derivaţii alchilcrezolici au o acţiune şi o stabilitate superioară şi nu modifică culoarea iniţială a benzinelor.

Concluzii

Din cele prezentate rezultă că formarea gumelor în benzinele de piroliză decurge după un mecanism radicalic, în care factorul esenţial îl constituie apariţia peroxizilor şi a hidroperoxizilor rezultaţi prin autooxidarea hidrocarburilor la temperatura obişnuită sub influenţa oxigenului atmosferic.

Inhibarea procesului de formare a gumelor în benzina de piroliză se poate realiza atît prin

TABELA 7

Variația conținutului de gume cu timpul de depozitare

Agentul de inhibare	Concentrația în greutate, %	Gume, mg/cm³ — timp, ore							Aspectul benzinei la timpul 0	Aspectul benzinei după 768 de ore
		0	24	48	96	192	384	768		
Proba martor	—	550	702	860	980	1 300	1 520	1 664	galben slab	galben închis
2,6-di-*terț*-butil-*p*-crezol (uzinele „9 Mai" București)	0,01	125	125	127	130	135	138	145	galben slab	galben slab
București	0,04	105	105	107	112	115	118	125		galben slab
2,6-di-*terț*-butil-*p*-crezol (Anglia)	0,01	130	130	133	139	145	148	152	galben slab	galben slab
Anglia	0,04	115	115	118	123	128	132	134		galben slab
N,N'-di-*sec*-butil-*p*-fenilendiamină (BASF)	0,01	180	180	182	188	194	197	210	portocaliu	brun slab
BASF	0,04	135	135	136	140	146	152	159	portocaliu	brun

utilizarea aminelor secundare, cît și a alchilcrezolilor.

În condițiile prezentate, alchilcrezolii studiați au dat rezultate mai bune în domeniul concentrațiilor de 0,01—0,08% în greutate, comparativ cu N,N'di-*sec*-butil-*p*-fenilendiamina, avînd și avantajul unei toxicități mult mai reduse și a conservării culorii inițiale a benzinei.

2,6-di-*terț*-butil-*p*-crezolul fabricat de uzinele „9 Mai" — București a dat rezultate similare cu cel fabricat de I.C.I., manifestînd chiar o rezistență mai bună în timp.

BIBLIOGRAFIE

1. Linden, H. și Peck, J. În: Ind. Chem., **47**, nr. 12, 1953, p. 2 470.
2. Lukianov, P. I. și Basistov, A. G. Piroliza materiilor prime petroliere — București, 1964.
3. Swanson, W. M. și Watkins, C. H. În: Chem. Eng. Progress, **54**, nr. 12, 1958.
4. Gibbs, G. B. și Hoffman, H. L. În: Enc. of Chem. Technology, **15**, 1968, p. 53—54.
5. Cahn, R. În: Enc. of Chem. Technology, **3**, 1964, p. 808.
6. Nottes, E. G. În: Erdöl und Kohle, **9**, nr. 12, dec. 1956.
7. Neniţescu, C. D. Chimie organică, **1**, p. 251—254, p. 1966.
8. Curci, R. În: Enc. Of. Chem. Technology, **14**, 1967, p. 770.
9. Dugan, L. R. jr. În: Enc. of. Chem. Technology, **2**, 1963, p. 859.
10. Connel, W. R. În: Enc. of Polymer Science and Techn. **2**, 1965, p. 174.
11. Shelton, J. R. În: Rubber Chem. Technol., **30**, 1957, p. 1 251 — 1 290.
12. Bickel, A. F. și Kooyman, E. C. În: J. Chem. Soc., 1957, p. 1 415—2 416.
13. * * * Produse petroliere, metode de analiză.
    STAS 35—58
    STAS 22—64
    STAS 23—50
    STAS 40—61
    STAS 315—60
    STAS 26—57
    STAS 121—60
    STAS 49—49
    STAS 7041—64
    STAS 119—49
    STAS 312—59

Note tehnice

PRELUCRAREA ȚIȚEIULUI ÎN FRANȚA

Din datele publicate în ultimul timp în literatura de specialitate rezultă sporirea însemnată de la an la an a cerințelor de produse petroliere în unele țări și, ca urmare, măsurile care se iau pentru asigurarea satisfacerii acestor cerințe.

Dezvoltarea economiei unei țări impune asigurarea corespunzătoare cu resurse energetice și de materii prime.

Țițeiul s-a dovedit o resursă prețioasă de energie și, de cîțiva ani, o bază de materii prime pentru industria petrochimică și alte industrii.

Privind, în general, consumul de produse petroliere în țările vest-europene, reiese că acesta este asigurat în majoritate prin importul de țiței, transportat pe mare și apoi prin conducte, prelucrarea acestuia făcîndu-se în țara respectivă, potrivit necesităților și intereselor proprii. Unele țări importă și produse petroliere fabricate, pe lîngă producția proprie a acestora.

Disponibilități cantitative de țiței pentru import, prezentînd unele avantaje economice, se află în Orientul Mijlociu și în Africa, aceste țițeiuri avînd însă în majoritate un conținut ridicat în sulf.

Datele publicate permit o examinare a situației din Franța din care rezultă :

1. Capacitățile de prelucrare ale rafinăriilor în funcțiune la 1.I.1969 ale celor ce urmează a se construi și a fi date în funcțiune pînă în anul 1970 și alte cîteva date despre rafinăriile respective sînt redate în tabela 1.

Se poate observa că din cele 20 de rafinării în funcțiune la 1.I.1969, cu o capacitate totală de 96,3 mil.t/an, 9 rafinării au fost construite după cel de-al doilea război mondial și însumează 33,8 mil t/an, iar 11 rafinării au fost modernizate, majorîndu-li-se capacitățile de prelucrare la 62,5 mil. t/an. În anii 1969 și 1970 este prevăzut că vor fi puse în funcțiune noi rafinării, și anume :

— Valenciennes cu 3,5 mil. t/an, în zona de nord, cu aprovizionare de țiței pe conductă din portul Le Havre ;

— Loraine (la nord de Metz, în valea Roselle) cu 4,0 mil. t/an, cu aprovizionare de țiței SEPL (Marsilia — Strassbourg-Köln) ;

— Vernon, în bazinul parizian, cu 3,0 mil.t/an și aprovizionare cu țiței din portul Le Havre pe o conductă de circa 250 km.

În afară de rafinăriile menționate, se prevede ca pînă în anul 1970 să se mărească capacitatea de prelucrare a rafinăriei de la Pauillac, pînă la 4,0 mil. t/an în 1970.

Astfel, la finele anului 1970, Franța va dispune de o capacitate totală de prelucrare a țițeiului de circa 110 mil.t/an.

Majoritatea rafinăriilor existente sînt amplasate în porturile maritime sau în vecinătatea lor, acestea la rîndul lor fiind plasate la revărsarea în mare sau în ocean a fluviilor. Acest amplasament facilitează desfacerea produselor petroliere și pe calea apei, pe lîngă faptul că vecinătățile rafinăriilor respective sînt mari consumatoare de produse petroliere.

Rafinăriile din partea de răsărit a Franței sînt amplasate în vecinătatea conductei SEPL și, totodată, a centrelor de mare consum.

2. În anul 1968, rafinăriile franceze au prelucrat în total 80 mil. t țiței provenit astfel :

— 37,3 mil. t din Orientul Mijlociu ;

— 10,8 mil. t din Libia,

— 27,5 mil. t din zona francului (Algeria, Congo-Gabon și 2,6 mil.t din producția Franței) ;

— 4,4 mil. t din U.R.S.S., Nigeria, America de Sud.

Capacitățile de prelucrare ale rafinăriilor franceze la 1.I.1969 aveau o rezervă de circa 16 mil. t/an față de cantitatea de țiței prelucrată în anul 1968.

3. Consumul intern de produse petroliere în anul 1968 a fost de 65,5 mil. t (din care 3,0 mil.t combustibil buncăr). Acest consum a cuprins și 5,1 mil.t produse petroliere importate.

Din produsele petroliere realizate de rafinării s-au exportat 13,5 mil.t.

La nivelul anului 1975, consumul intern de produse petroliere a fost evaluat la 112, 4 mil.t.

4. Producția de uleiuri minerale este asigurată de cinci rafinării, toate fiind situate în nordul Franței. Țițeiurile prelucrate pentru producția de uleiuri minerale provin din Orientul Mijlociu, Sahara și Venezuela.

În anul 1968, în Franța, rafinăriile au produs ca uleiuri minerale neaditivate : 940,3 mii t, iar uzinele de regenerare a uleiurilor — 61,4 mii t.

Deosebit de producția internă de uleiuri minerale s-au mai importat 42,7 mii t uleiuri.

5. Pentru desfacerea produselor petroliere sînt folosite patru căi : conducte, calea ferată, calea rutieră și pe apă. Din tabela 1 se poate observa că practic, totalitatea rafinăriilor folosesc toate cele patru căi de desfacere în proporții diferite, în funcție de posibilități și necesități.

6. Capacitatea totală de stocare în m^3 variază între 15 și 24%, calculat asupra capacității de prelucrare anual, exprimată în m^3.

Această capacitate totală de depozitare echivalează cu 51 de zile de funcționare și, respectiv, 81 de zile de funcționare, estimînd 340 de zile de funcționare pe an.

Numai două rafinării au ca spațiu pentru depozitare 12, și, respectiv, 13%.

Desfășurarea normală a proceselor tehnologice este asigurată prin prelucrarea unor țițeiuri unitare din punct de vedere calitativ, prin capacități de depozitare suficiente care să înlăture eventualele dificultăți în desfacere, precum și prin folosirea celor patru căi de desfacere, care permit aprovizionarea la timp a consumatorilor o dată cu deblocarea spațiilor de depozitare ale rafinăriilor.

Acești factori permit și realizarea calității produselor petroliere.

Unele date despre rafinăriile din Franța în anul 1969 TABELA 1

Nr. crt.	Bazin	Portul maritim	Rafinăria	Capacitatea mil. t/an la 1.I. 1969	Cantitatea de țiței prelucrată în 1968 mil. t	Capacitatea totală de stocaj		Asigurarea desfacerii pe:				Profil de producție	Pusă în funcție prima dată, anul
						mii m³	% din cap. de prelucrare	conductă, %	C.F., %	rutier, %	apă, %		
1	Nord	Dunkerque	Dunkerque	5,5	5,2	1650	25	35,9	16,9	22,7	24,5	C ; P. G ;L	1951
2	Sena	Le Havre	Gonfreville	14,3	12,9	3070	18	46,3	5,5	4,5	43,7	C ; P.C ; L	1933
3	,,		Port Jerome	6,0	5,6	1800	25	Da	Da	—	Da	C ; P.C ; L	1933
4	,,		Gravenchon	3,6	3,1	1000	24	34	3	2	61	C ; L	1933
5	,,	Rouen	Petit Courone	9,2	7,3	1915	19	25	16	25	34	C ;L	1929
6	Nord		Valenciennss	3,5	—	va fi pusă în funcție în sem. II. 1969							1969
7	Bretaina	Saint Nazare	Donges	4,6	4,5	1259	23	Da	Da	Da	Da	C ;	1933
8	,,	,,	Vern/Seiche [1]	1,4	1,2	—	—	—	Da	—	—	C :	1965
9	Gironde	Bordeaux	Ambés	2,0	2,0	520	23	Da	Da	Da	Da	C ;	1931
10			Bordeaux [3]	2,6	2,7	350	12	Da	Da	Da	Da	C ;	1959
11			Pauillac [2]	0,5	0,3	—	—	Da	Da	Da	Da	C ;	1931
12	Lanquedoc	Séte	Frontignan	1,7	1,9	584	29	37	17	41	5	C ;	1933
13	Provence	Lavera	La Méde	10,2	7,0	1615	13	13,6	25,69	19,83	40,82	C ;P.C ;	1935
14	Provence	Lavera	Berre l'Etang	6,0	5,8	1640	20	22	37	20	21	C ;P.C ;	1931
15			Lavera	4,4	4,4	1160	22	32,1	15,7	33,0	19,2	C ;P.C ;	1933
16			Fos sur mer	3,0	2,5	600	17	Da	Da	Da	Da	C ;P.C ;	1965
17	Lorena		Herrlisheim [4]	4,4	4,2	857	17	49	27	24	—	C ;	1963
18			Reichstet [4]	3,7	3,3	720	17	1	28	36	35	C ;	1963
19			Feyzin [4]	6,0	3,3	1050	15	13 %	5 %	61	21 %	C ;P.C ;	1964
20			Loraine [4]	4,0	—	va fi pusă în funcțiune în 1970							1970
21	Paris	Le Havre	Gargenville	3,6	0,6	580	14	Da	Da	Da	Da	C ;	1968
22			Grand puits	3,6	2,9	850	20	Da	Da	Da	—	C ;	1966
23			Vernon	3,0	—	în construcție							1969

NOTĂ

[1] Anexa rafinăriei Donges.
[2] În curs de majorare a capacității pînă la 4,0 mil. t/an (prevăzută pentru 1970).
[3] Prelucrează și țițeiul produs în zonă
[4] Racordate la conducta pentru țiței SEPL (Sudeuropäische Pipe Line) Ø = 86 cm, care pleacă de la Marsilia — Feyzin — Besançon — Strasbourgh pînă la Karlsruhe
C — combustibil
PC — produse petrochimice
L — lubrifianți

Cîteva date privind producția de uleiuri minerale și de aditivi și consumul acestora în Franța

Producția de uleiuri minerale în anul 1968, a fost de 940,3 mii t m³, asigurată de cinci rafinării situate toate în nordul țării, care au prelucrat în acest scop țițeiuri provenite din: Orientul Mijlociu, Sahara și Venezuela.

Sortimentele de uleiuri minerale care s-au produs au fost următoarele:

— spindele	141,2 mii t;
— industriale	36,6 mii t;
— pentru motoare	679,7 mii t;
— cilindre	14,9 mii t;
— diverse calități	67,9 mii t.

S-a realizat o cantitate de 61,4 mii t uleiuri minerale regenerate, din care 53,4 mii t uleiuri de motoare, iar restul spindele.

Producția de aditivi a fost de 132,6 mii t, din care:

18,6 mii t amelioratori de indice de viscozitate;
87,8 mii t detergenți, antioxidanți, anticorosivi;
4,7 mii t pentru extremă presiune;
5,2 mii t sulfonați;
4,4 mii t pentru scăderea congelării;
11,9 mii t alți aditivi.

Din totalul de aditivi produși, 46,3 mii t s-au consumat pentru aditivarea uleiurilor minerale comercializate pe piața internă, iar restul au fost exportați.

Aditivii se produc în alte unități industriale decît rafinăriile.

În afară de aditivii consumați din producția internă, s-au mai importat încă 5,9 mii t aditivi.

Stocurile de lubrifianți existente în rafinării la 1.I.1969 erau de 337 mii t, reprezentînd echivalentul vînzărilor pe 116 zile, practic egal cu cel de la 1.I.1968.

Vînzările de uleiuri minerale în anul 1968 au fost de 1 064,3 mii t, repartizate astfel:

688,9 mii t pentru consumatorii interni;
30,9 mii t uleiuri regenerate, pentru aceiași consumatori;
77,7 mii t uleiuri minerale ca materii prime;
266,8 mii t diverse uleiuri la export.

Din cele 688,9 mii t uleiuri, 421,6 mii t au fost uleiurile de motoare și 267,3 mii t uleiuri destinate pentru alte întrebuințări. Dacă se ține seamă că producția de uleiuri de motoare date de rafinării este de 679,7 mii t și consumul intern este de 421,6 mii t se poate estima că cea mai mare parte din exportul de uleiuri minerale a format-o uleiurile de motoare.

Din cele 77,7 mii t uleiuri livrate ca materii prime, 59,7 mii t au fost folosite la fabricarea de aditivi, iar restul pentru industria chimică.

Raportînd consumul de aditivi la cantitatea totală de uleiuri minerale livrate consumatorilor interni sau numai la uleiurile de motoare se poate observa, ca orientare, gradul înalt de aditivare a acestor uleiuri.

Evoluția consumurilor de produse petroliere prevede un necesar de uleiuri minerale pentru consumul intern de: 810 mii t în 1969; 840 mii t în 1970; 970 mii t în 1975.

Se poate observa că necesarul de uleiuri minerale al Franței, evaluat pentru anul 1975, va putea fi practic acoperit de capacitățile existente în funcțiune la 1.I.1969.

Recenzii

Pierre Estampe. **Manuel de sécurité-pétrole.** (Manual de securitate în petrol), Paris, Eyrolles, 1969, 198 pag., 54 fig.

Specialiştii şi personalul întreprinderilor în care se manipulează hidrocarburi lichide trebuie să cunoască, pentru a putea îndeplini sarcinile ce le revin, tot ceea ce priveşte prevenirea, controlul şi intervenţia în caz de accident. Aceste cunoştinţe absolut necesare au fost adunate în Manualul de securitate — petrol, scris de un specialist în acest domeniu, care a activat în această direcţie. Lucrarea începe prin a aminti cîteva noţiuni de fizică şi chimie, pentru ca cititorul să poată înţelege mai bine problemele legate de pericolul pe care îl prezintă produsele petroliere, care sînt studiate în cel de-al doilea capitol, în care sînt trecute în revistă 52 de produse principale, asupra cărora se dau indicaţii privind natura lor, riscul pe care îl prezintă de a fi inflamate, incompatibilitatea lor cu alte produse, toxicitatea lor, regulile pe care trebuie să le observe lucrătorul în timpul depozitării şi manipulării lor.

Aceste diferite specificaţii fac posibilă studierea problemelor esenţiale de tehnica securităţii în legătură cu producerea şi exploatarea, care fac obiectul celui de-al treilea capitol. Maiştrii de exploatare şi de întreţinere, inspectorii şi responsabilii cu tehnica securităţii găsesc tot ceea ce este absolut necesar să ştie şi tot ceea ce trebuie supravegheat fără întrerupere, pentru a evita avariile, accidentele, incendiile. Autorul prezintă apoi principalele recomandări asupra lucrărilor de întreţinere, prescripţiile relative la lupta contra incendiilor şi studiază diferite mijloace de a le pune în practică. Acest manual interesează atît pe lucrătorii din industria petrolului, cît şi pe cei care lucrează în alte industrii, dar manipulează, depozitează, transportă şi distribuie produse petroliere. El trebuie să fie citit, de asemenea, de toate cadrele de conducere la diferite trepte.

Fiecare cititor va găsi prezentate într-un stil concis, simplu şi clar, prevenirea, sfaturile practice, precauţiunile necesare, manevrele care trebuie să fie efectuate pentru a evita accidentele, verificările necesare etc., pe scurt, tot ceea ce contribuie la tehnica securităţii în petrol.

SCURTE ŞTIRI

În Olanda s-au descoperit indicii de gaze naturale la o adîncime de 2 300 m, la circa 7 mile în larg de Ijmuiden. Forarea se continuă în acest punct, precum şi la 60 mile nord de Helder.

Pe sol, la nord de Ijmuiden, se proiectează explorarea zăcămintelor de gaze naturale din regiunea Bergen-Scoore în cursul anului viitor, deoarece în cursul lunii august s-au obţinut în timpul încercărilor, la puţul Bergermeer nr. 1, 25,9 mil. picioare cubice de gaze pe zi, ceea ce ar indica existenţa unui nou zăcămînt în această zonă.

Societatea Petroland proiectează exploatarea gazelor de la puţurile situate la Warga, Nijega, Grouw, Eernewoude şi la Garijp în zona de răsărit a concesiunii sale. Zona occidentală (Kimswerd şi Herbayum) vor fi exploatate în anul 1971.

★

Societatea Total Nederland proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate anuală de rafinare de 3,5 mil. t/an. În acest scop, societatea duce tratative pentru achiziţionarea unei suprafeţe de 100—150 hectare în portul Rotterdam, unde ar putea ancora tancuri de 200 000 —250 000 t dw.

În Olanda, Societatea Mobil Oil va extinde rafinăria sa de la Amsterdam, de la 3 750 000 la 6 350 000 t/an. Lucrările vor începe la începutul anului 1970 şi vor fi terminate la mijlocul anului 1971 şi vor costa 20 mil. dolari.

Echipamentul actual nu va fi schimbat, dar ansamblul instalaţiei va fi modificat pentru a corespunde noii capacităţi. Vor fi construite şapte rezervoare de stocare.

★

Societatea Continental Oil a decis construirea unei rafinării importante în zona mediteraneană pentru a rafina petrolurile libiene. Una dintre amplasările posibile este insula Malta, unde negocierile cu autorităţile locale au început în luna august, pentru eventualitatea construcţiei unei instalaţii în valoare de 25 mil. lire sterline.

Societatea Continental Oil participă, de asemenea, la tratative pentru construirea unei rafinării în Grecia.

★

În Italia, Societatea Montecattini — Edison a descoperit gaze naturale la puţul Ricione Mare 3, în Marea Adriatică; producţia de gaze pare să fie promiţătoare.

★

În U.R.S.S. se proiectează construirea de noi rafinării cu o capacitate de 6—8 mil. t/an, în Başkiria, Tartaria şi în Siberia Orientală şi Occidentală, precum şi o altă instalaţie cu o capacitate de 12 mil. t/an. Capacitatea de rafinare a crescut în anul 1968 cu 34% faţă de anul 1965, pe cînd producţia de ţiţei a crescut cu 27%.

★

Rezervele recuperabile de petrol ale Arabiei Saudite au fost estimate la 141,8 miliarde barile, deci 26,6% din rezervele mondiale, ceea ce face din Arabia Saudită prima ţară din lume în ceea ce priveşte existenţa rezervelor de petrol.

★

Primele ţevi de gaze cu diametrul de 99,2 m (2,5 m) au fost puse în fabricaţie, cu titlul experimental, la uzinele metalurgice Novomoskosky, din Dnepropetrovsk — U.R.S.S.

Ţevile sînt fabricate din două strate de tablă de oţel sudate în spirală, cu grosimea totală de 23—25 mm (circa 1m), cu greutatea de 1,5 t/m.

Un prim lot, în lungime de 100 km, va fi trimis după fabricaţie pentru construcţia experimentală a unei conducte, într-o regiune nordică din U.R.S.S.

★

În Jugoslavia, Societatea Naftaplin a descoperit importante zăcăminte de petrol la Benicanci, în Slovenia orientală, în apropierea frontierei cu Ungaria, la o adîncime de 1 900 m.

★

În Libia, producţia de petrol este de aproape 150 mil. t/an. Rezervele certe de petrol au fost evaluate în anul 1968 la 4,3 miliarde t, deci, de patru ori mai mari decît ale Algeriei. Ele reprezintă 8% din rezervele mondiale, astfel că Libia se situează a şasea ţară din lume din acest punct de vedere, după Arabia Saudită, Kuweit, Iran, Statele Unite şi Uniunea Sovietică. La aceste rezerve

se adaugă noi zăcăminte descoperite în ultimul timp.

★

În Japonia a fost descoperit un important zăcămînt de gaze naturale în regiunea Naha (districtul Okinawa). Se crede că rezervele de gaze ar atinge 10 pînă la 20 miliarde m^3. Acest zăcămînt va fi exploatat începînd din anul 1972.

★

În Ungaria, în primul trimestru al anului 1969, producţia de ţiţei a fost de 886 000 t (cu 11% mai mult decît în acelaşi trimestru al anului 1968), iar producţia de gaze naturale a fost de 1 628 mil. m^3 (cu 27% mai mult decît în aceeaşi perioadă a anului 1968).

★

În India, societatea de stat Indian Oil Corporation a încheiat un contract cu societăţile franceze Technip şi ENSA pentru construirea unei rafinării la Haldea, în apropierea oraşului Calcutta. Această rafinărie va costa 30 mil. dolari şi va avea o capacitate de 2,5 mil. t/an, care va fi ulterior mărită la 3,5 mil. t/an. O societate indiană de construcţii va coopera la studiile necesare construcţiei rafinăriei şi va furniza 60% din material.

★

La Singapoor, capacitatea rafinăriei societăţii Shell Eastern Petroleum va fi mărită de la 100 000 barile/zi la 235 000 barile/zi pînă la sfîrşitul anului 1970.

★

În Japonia, în cursul primului semestru au fost rafinate 76 386 000 kl (dintre care 39 900 kl ţiţei din Japonia), ceea ce reprezintă o creştere de 16,8% faţă de aceeaşi perioadă a anului 1968. În afară de aceasta, au fost folosiţi 6 405 000 kl petrol (în parte ţiţei rafinat), iar cantitatea de produse finite (exclusiv păcura pentru rafinării) obţinute este de 77 212 000 kl.

★

Societatea Texaco va extinde capacitatea de rafinare a celei mai mari rafinării a sa din Statele Unite de la Port Arthur, în Texas, la 390 000 barile/zi; lucrările vor fi terminate la sfîrşitul anului 1970.

★

Institutul American de Petrol a anunţat un nou program de cercetări aplicate, destinate îmbunătăţirii metodelor de evacuare a reziduurilor de petrol în mare. Au fost aprobate mai multe proiecte; costul lor s-a ridicat la 600 000 dolari.

După un studiu recent efectuat de un grup de asociaţii petroliere americane, cheltuielile pentru descoperirea, exploatarea şi producerea petrolului şi gazelor în Statele Unite au crescut de la 6,86 miliarde dolari în 1966, la 7,8 miliarde dolari.

★

Geologii societăţii Humble Oil au terminat o experienţă care a durat opt zile şi în cursul căreia a fost folosit un mic submarin pentru a studia şi filma fundul golfului Mexic. Este pentru prima oară cînd o societate petrolieră foloseşte un submarin pentru cercetări şi prospecţiuni geofizice.

În luna august 1969 a fost inaugurată la Kenai (Alaska) o uzină de lichefiere a gazelor naturale destinate să fie exportate în Japonia, cu o capacitate de 4 256 m^3/zi.

★

În Suedia, societatea Petroline va construi două conducte pentru produse rafinate (dintre care una pentru păcură), între Gothenborg şi Oerebro. Conductele vor avea o lungime de 150 km şi un diametru de 11 ţoli. Lucrările vor costa 30 000 000 dolari.

★

În Australia, Societata W.A.G. Pipeline va construi o conductă între portul Long Island Point şi rafinăriile situate în golful Port Philippe (Melburne). Conducta va intra în funcţiune în cel de-al doilea semestru al anului 1970.

★

În Italia a intrat în funcţiune o conductă de gaz metan de 22" diametru şi o lungime de 118 km, între zăcămîntul de la Ravena şi Mestre.

★

Societatea United Gas Pipe Line Ltd a început construcţia unei conducte de 46,4 km (32 pe sol şi 14,4 submarin), cu un diametru de 16 şi 12 ţoli între rezervoarele societăţii Atlantic Richfield şi conducta principală cu un diametru de 20 ţoli a Societăţii United Gas, lîngă Fannett (Texas), care va costa 4,3 mil. dolari.

În 1966, 35% din produsele petroliere vîndute în Statele Unite au fost transportate prin conducte. Costul actual al unei conducte este de circa 53 000 de dolari pe milă pentru conductele de 16 ţoli diametru şi 73 000 dolari pe milă, pentru conductele de 20 ţoli diametru. Dat fiind că în condiţii economice, prin conducta de 20 ţoli diametru poate fi transportată o cantitate de două ori mai mare decît prin cea de 16 ţoli diametru, rezultă că se poate dubla capacitatea de transport a unei conducte, mărindu-se cu o treime investiţia iniţială. În consecinţă, se construiesc conducte cu diametru cît mai mare.

Circa 80% din investiţii sînt folosite pentru conducte îngropate, 20% fiind afectate instalaţiilor deasupra solului. Rentabilitatea unei conducte variază cu cantitatea transportată.

★

Tokyo Tanker Co, filiala japoneză a societăţii Caltex, a comandat la şantierele societăţii navale japoneze Mitsubishi Industries un superpetrolier de 500 000 tdw care costă 28 mil $, faţă de 20 mil $ costul unui petrolier de 260 000 tdw.

★

Societatea petrolieră de stat iugoslavă Industrija Nafte Zagreb (INA) va începe forarea primei sale sonde de explorare îndepărtată în Iordania, aproape de localitatea Azrag, situată la circa 80 km de Amman.

★

Filiala franceză a societăţii British Petroleum (BP) va transporta instalaţia de producţie denumită „Sonda Bravo", în schela marină Zakum/Abu Dhabi din Golful Persic, pentru a fi montată la acea sondă, în scopul experimentării. Este prima instalaţie de producţie care se fixează direct la capul de sondă de pe fundul mării şi este rezultatul lucrărilor de cercetare întreprinse de BP, în colaborare cu Companie Francaise de Petrole (C.F.P.).

Ea constă din următoarele lucrări: instalarea capului de erupţie, conducta de gaze de la sondă la punctul de colectare de pe platforma ZK 6 pentru colectarea gazelor de la grupul de sonde săpate în tufă şi instalarea pe fundul apei a două separatoare pentru gaze.

Totodată va fi experimentat noul dispozitiv de sudare sub apă.

Deşi adîncimea apei la Zakum este de numai 21 m, instalaţiile descrise sînt construite pentru a fi montate în ape adînci de 200 m.

★

INA a obţinut în martie 1968 un permis de explorare în Iordania, în suprafaţă de circa 16 000 km^2, în regiunea Wadhi Sirhan din estul Iordaniei.

Prospecţiunile geofizice şi studiile geologice întreprinse de INA pînă în prezent, au dus la concluzii pozitive, ceea ce a determinat începerea forajului primei sonde de explorare, care va fi finanţat 100% de INA. În cazul că va găsi ţiţei, statul iordanian îi va restitui 50% din cheltuieli şi se va forma o societate mixtă iordano-iugoslavă denumită JOYUPEC.

★

C.E.P. a construit o navă de foraj cu autopropulsie, care este echipată cu un sistem dinamic de poziţionare şi dispozitive de stabilizare. Capacitatea sa de transport este de 6 500 t, iar forajele de explorare pot fi executate pînă la adîncimea de circa 5 400 m. Manevrarea prăjinilor de foraj se face în mod automat, ca şi prepararea şi condiţionarea noroaielor de foraj. Preventoarele de erupţie sînt reglate cu un sistem de ultrasunete, independent de orice cablu de transmisie. Utilajul de scufundare în apă a personalului este, de asemenea, independent.

Lungimea navei este de 150 m, lăţimea de 21,3 m, iar pescajul de 7 m. Tonajul navei este de 6 660 tdw, iar viteza de deplasare de 11—14 noduri.

★

Prima platformă pentru forajul marin, în ape adînci de 300 m, va fi instalată în canalul Santa Barbara de pe coasta vestică a Californiei. Platforma a fost comandată de societatea Humble Oil la firma Kaiser Steel, iar rezultatele obţinute la prima sondă care este în curs de foraj pe zăcămîntul submarin nou descoperit, corespund calculelor efectuate de proiectanţii societăţii Humble Oil.

★

Prima spălare a zăcămintelor de ţiţei cu fluide miscibile, aplicată în industria de petrol americană pe blocul 31, din regiunea Crane din Texas, de către societatea ARCO, a dat pînă în prezent rezultate foarte satisfăcătoare, producînd 15,9 mil. m^3 ţiţei, ceea ce este considerat a fi o cifră excepţională, avînd în vedere dimensiunile zăcămîntului.

Proiectul a fost aplicat atunci cînd simpla injectare de gaze sub presiune ridicată, care a fost aplicată în perioada 1949—1965, s-a dovedit a fi nerentabilă din cauza costului ridicat al comprimării

gazelor. Din 1966 a început injectarea gazelor miscibile, produse în cea mai mare instalaţie existentă, montată la faţa locului, costul lor şi injectarea, fiind mai puţin costisitoare.

★

În oraşul STUTTGART se construieşte un depozit suprasol, constînd dintr-un rezervor de oţel-nichel, cu diametrul de 46,6 m, înălţimea de 22,8 m şi volumul de 35 000 m³, montat într-un bazin de beton armat, cu pereţii groşi de 40 cm, acoperit cu un capac din plăci de oţel. Spaţiul liber dintre cele două construcţii este izolat cu spumă de sticlă, lînă minerală şi perlită. În acest spaţiu inelar se va menţine o presiune constantă, prin injectare de azot.

Rezervorul poate depozita 20 mil m³ G.N.L., la temperatura de — 161°C. Pentru a preveni răcirea excesivă a fundaţiei, sub fundul rezervorului s-a prevăzut o încălzire electrică.

Întreaga instalaţie va fi acoperită cu un înveliş conic de pămînt, avînd diametrul de 30 m la bază şi 3 m la vîrf.

Costul total al construcţiei va fi de 15 mil. mărci şi va fi pus în funcţiune în mai 1971.

★

La cel de al 6-lea congres naţional al petrolului, ţinut în localitatea La Baule din Franţa, între 4—6 iunie a.c. a fost prezentată comunicarea referitoare la procedeul francez de foraj, denumit Flexoforaj.

În ultimii zece ani s-a trecut de la adîncimea de 1 000 la 4 000 m, realizată cu turbo-flexoforajul. Aplicaţiile au fost făcute în cadrul unui acord franco-sovietic. Ameliorarea procedeului urmăreşte două căi : îmbunătăţirea performanţelor cablului flexibil şi reducerea duratei totale a forării unei sonde.

Cu elementele actuale, flexoforajul urmăreşte reducerea sensibilă a costului forajului terestru şi o reducere remarcabilă a forajului marin.

★

Societatea Forest Oil din S.U.A. a forat în districtul Terrel din Texas, cea de a 2-a sondă adîncă din statistica mondială, şi anume : sonda 1 Caroline Judkins, care a atins adîncimea de 7514,28m (24 637 ft). După 22 de luni de foraj, sonda a fost oprită la această adîncime, din cauza unor instrumentaţii.

Sonda 1 Caroline Judkins este cu 214,40 m mai puţin adîncă decît sonda care deţine recordul mondial de adîncime, forată de societatea Phillips Petroleum, în districtul Pecos din Texas, care a atins adîncimea de 7728,70 m (25 340 ft).

Societatea Forest va încerca nisipul gazeifer Ellenburger, în care a forat deja 336 m şi care formează obiectivul acestei sonde.

Se menţionează că cea de-a treia sondă adîncă rămîne sonda Glover Hefner Kenedy 1 — 1 Green, a cărei adîncime totală de 7458,20 m (24 453 ft) a fost atinsă în februarie 1969.

★

Un studiu economic arată că cheltuielile de exploatare a unui zăcămînt de gaze marin, situat în larg, la circa 50 km de coastă, sînt de 3,2 ori mai costisitoare decît cele de pe uscat.

Estimările au fost făcute pentru un grup de 10 sonde de extracţie, la un zăcămînt cu rezerve evaluate la 270 mrd. m³, cu o producţie de 5 mrd. m³/an, din 8 mrd. m³/an capacitate maximă de producţie raţională, cu un factor de încărcare de circa 60 %.

Repartizarea costurilor este următoarea :

Felul cheltuielilor	Costul în 1 000 $	
	pe uscat	pe apă
Costul platformelor marine		1 400
Instalaţiile de producţie (+ fundaţie)	4 480	6 160
Conducta de gaze magistrală (50 km, 30 in)	420	21 280
Conducte de colectare (2 km, 30 in)	6 300	1 400
Instalaţia pentru tratarea gazelor	280	6 300
Clădiri	952	280
Drumuri	420	280
Comunicaţii şi reglare	280	700
Protecţie la coasta mării, amenajare terra	—	980
Total parţial	13 132	51 380
Costul sondelor	5 320	18 000
Total general	18 452	69 380

DOCUMENTARE

Alasca o zonă de primă perspectivă petroliferă
În : Petrole Informations, nr. 1136, 5 sept. 1969

Alasca are o suprafaţă de 1 500 000 km². O ţară cu climat aspru, inospitalier, 85 % din suprafaţă rămînînd îngheţată o bună parte din an.

Activitatea geologilor şi fororilor din cursul ultimilor ani a pus în evidenţă un subsol foarte bogat în hidrocarburi, a cărui punere în exploatare pune în primejdie pe producătorii consacraţi.

Noul Texas arctic, va contribui la modificarea atitudinii marilor companii faţă de ţările producătoare. De pe acum Venezuela şi Canada sînt alarmate de scurgerea producţiei lor naţionale pe piaţa americană, Orientul Mijlociu putînd fi afectat chiar el însuşi într-un viitor mai îndepărtat.

De mai mulţi ani Statele Unite au înregistrat o scădere a rezervelor lor de petrol , scădere pe care creşterea continuă a consumului anual o va accentua şi mai mult. Descoperirea zăcămintelor din Alasca şi perspectivele foarte promiţătoare pe care aceasta le are, vin la timp să umple pe o durată lungă o „gaură" în aprovizionarea strategică americană.

Pe coasta nordică a Alascăi, este o goană către zăcămîntul productiv de la North Slope. Atlantic Richfield B. P. şi Humble Oil (filiala lui S.O. New Jersey) au fost primii care au deschis drumul.

Aceştia se străduiesc să obţină concesiuni pentru a începe cît mai grabnic lucrările de exploatare.

După estimări mai corecte în primii 5 ani s-ar putea obţine o producţie de 100 mil. t/an. Producţie înseamnă şi comercializare şi tocmai această problemă se caută a fi rezolvată de către societăţi în modul cel mai economic posibil, lucru care nu este tocmai uşor.

Punerea în exploatare a sondelor nu va putea fi făcută decît o dată cu deschiderea căilor de acces. Elementele naturii se opun însă, pămîntul îngheţat în decursul ultimilor luni, ocean prins de îngheţuri şi plin de icebergi. Cele două luni de vară nu vin cîtuşi de puţin pentru a uşura lucrurile.

Dezgheţul, adevărat potop, sapă în pămînt hîrtoape întinse şi formează bălţoace, care îngreuiază lucrările şi slăbesc construcţiile.

Cu toate acestea petroliştii sînt încrezători. Au fost luate în consideraţie trei proiecte de transport al petrolului, din Morth Spope către marile pieţe consumatoare ; două terestre prin conducte şi unul maritim.

Conducta Trans-Alasca (TAPS) cu o lungime de 1 300 km va lega Prudhoe Bay de portul Valdez situat în Oceanul Pacific. Această conductă va costa aproximativ 900 mil dolari şi va fi construită de Humble Oil (25 %) Atlantic Richfield şi B. P. (fiecare cu 37,5 %).

Pentru începerea lucrărilor există o seamă de dificultăţi tehnice cauzate de către consistenţa solului şi necesitatea traversării lanţului muntos Brooks, iar pe de altă parte a măsurilor cerute de către guvernul federal în vederea împiedicării poluării mediului natural. Un alt traseu, mai lung,

de 2 500 km, şi, deci şi mai costisitor, în valoare de 1 500 mil dolari, va utiliza valea rîului Mackenzie pentru a lega zăcămîntul de la North Slope cu Edmonton din Statul Alberta. De aici petrolul va lua drumul conductei care traversează munţii Stîncoşi către Pacific, sau prin conducta „Interprovincial" către regiunea Marilor Lacuri şi Estul Statelor Unite, evitîndu-se astfel transbordarea încărcăturii. Conducta Trans Alasca, dacă se va realiza, va duce la obligaţia înfiinţării unui transport maritim între Valdez şi marile porturi de pe coasta Oceanului Pacific a Statelor Unite, înainte de a utiliza o conductă de 5 000 km care nu este încă construită.

În cazul ambelor conducte, vor trebui traversate mai multe sute de kilometri de pămînturi permanent îngheţate, ceea ce ridică probleme tehnice considerabile în special în momentul desgheţului. Dacă construirea unui drum este posibilă în aceste regiuni cu ajutorul izolării printr-un strat de pietriş, montarea unei conducte de debit mare este mai anevoioasă.

Evitarea contactului conductei cu pămîntul îngheţat, care cauzează pagube însemnate datorită spargerii conductei în momentul dezgheţului, se propune a se realiza cu ajutorul procedeelor sovietice care constau în îngroparea conductei pe jumătate în pămînt, sau acoperirea ei cu pămînt şi resturi vegetale sau, în sfîrşit, prin suspendarea acesteia cu ajutorul unor suporţi aerieni.

Aceste metode revin cu 20 % mai ieftine decît izolarea prin metoda clasică a îngropării, prezentînd însă unele inconveniente, ca efecte vătămătoare pentru migraţiunea faunei, traversarea acesteia, de către vehicule etc.

Cît priveşte cel de-al treilea proiect, cel maritim, el a făcut obiectul unei experienţe care a început la jumătatea lunii august.

Aceasta constă în faptul că petrolierele a căror etravă ar fi transformată în spărgător de gheaţă, ar putea transporta în tot timpul anului petrolul de la Prudhoe Bay către marile pieţe de desfacere.

Acestea sînt în mod esenţial estul Statelor Unite, Europa de vest şi Japonia. Pentru aceste considerente „Manhatan" cel mai mare spărgător de gheaţă construit vreodată, a trebuit să pornească într-o cursă dus-întors pe distanţa New York — Prudhoe Bay.

Ruta vasului va trece prin golful Baffin, strîmtoarea Gall sau strîmtoarea Melville golful Mackenzie şi M. de Beaufort pînă la strîmtoarea Bering. Dacă încercarea reuşeşte vor fi construite 30 de petroliere spărgătoare de gheaţă de 250 000 t într-o perioadă de 10 ani.

Asemănător conductei din valea Mackenzie, transportul pe mare ar evita transvazarea petrolului către estul Statelor Unite. De asemenea ar mai avea avantajul, după estimările făcute de către Humble Oil, că ar face să scadă cu 60 de cenţi preţul barilei de petrol aduse pe coasta de est faţă de preţul unei barile transportate pe conducta Trans Alasca.

Deschiderea acestei căi maritime are avantajul că aduce Prudhoe Bay la numai 4 000 de mile de Japonia şi 4 500 mile de Europa şi coasta estică a Statelor Unite, în timp ce Golful Persic prin Cap se află la o distanţă de 11 000 mile de Europa, explică marile interese ale companiilor petrolifere.

*** **Petrolul din Alaska de nord la un preţ de cost redus.** În : Petroleum Press Service, **XXXVI**, nr. 9 sept., 1969.

Două surse diferite au afirmat că preţul de cost al ţiţeiului din Alaska de Nord ar putea fi suficient de redus, pentru a fi competitiv atît în nordul Europei, cît şi în Japonia, ca şi în toate punctele Statelor Unite.

Un raport al comisiei care studiază ansamblul problemelor de import de petrol menţionează că ar fi posibil ca un baril de petrol de la sonda North Slope să coste 36 de cenţi, sumă care acoperă preţul de cost actual şi investiţiile, (dar nu şi taxele de concensiune) plus un beneficiu de 15 %, după reducerea tuturor cheltuielilor. Acest calcul este efectuat ţinîndu-se seama de o serie de ipoteze.

Cu tot costul foarte ridicat al operaţiilor, datorită condiţiilor dificile de climă şi teren, preţul de transport prin conductă al unui baril de ţiţei din North Slope pînă la Valdez nu ar depăşi 45 de cenţi, deci preţul unui baril la Valdez ar fi de 81 de cenţi. Ulterior, dacă transportul cu vasele petroliere va fi posibil prin strîmtoarea de nord, ţiţeiul ar putea fi adus pe ţărm la un preţ de 96 cenţi barilul şi în Europa de nord la 76 cenţi. În Japonia, preţul ar fi de 96 cenţi la Yokohama. Se menţionează că petrolul din Orientul Mijlociu costă în port — circa 1,75 dolari barilul.

Estimaţii identice au fost făcute şi de prof. M. Adelman, în cadrul unei conferinţe ştiinţifice la Universitatea din Alaska, care a stabilit preţul real al petrolului din North Slope adus pe coasta de răsărit la 1,10 dolari barilul şi la 85 de cenţi în Japonia. Concurenţa ţiţeiului din Alaska tinde să mineze sistemul de raţionalizare în statele mari producătoare ale căror costuri sînt sensibil mai mici, afirmă conferenţiarul, în schimb, ar reduce motivele pentru menţinerea controlului asupra importului.

În ceea ce priveşte cantităţile de petrol disponibile în Alaska, în urma unui nou studiu de estimare, se menţionează că s-ar putea prevede o rezervă de 50 miliarde barile de petrol recuperabil şi 280 trilioane picioare cubice de gaze naturale în Alaska (inclusiv zona marină), dintre care mai mult de jumătate în partea de nord. Cele mai recente estimaţii ale Ministerului de Interne fixează rezervele potenţiale recuperabile din Alaska şi din platforma continentală la 100 miliarde barile de petrol.

*** **Descoperiri şi exploatări în Egipt**. În : Petroleum Press Service, **XXXVI**, nr. 9, sept. 1969.

În partea centrală din nordul întinsului deşert occidental, la circa 70 mile sud-est de zăcămîntul de la El Alamein, puţul Abu Gharadig South nr. 1 al societăţii Pan American a dat 2 000 barile/zi petrol de 33,5° API la 9 600 picioare adîncime şi urme de gaz la o adîncime mai mare. Zăcămîntul de la Morgan produce 200 000 barile/zi în golful de Suez ; s-a prevăzut o mărire a capacităţii la 300 000 barile/zi.

Ultima sondă de încercare a Societăţii Phillips, West Faghur, în apropierea frontierei cu Libia, a dat urme de petrol. În această zonă se va dezvolta zăcămîntul de la Umbaraka descoperit anul acesta, la 140 mile vest de zăcămîntul producător de la El Alamein. Gazele naturale descoperite recent la Abu Qir, la 6 mile în larg, şi la 15 mile nord-vest de Alexandria vor fi folosite în scopuri industriale în regiunile Alexandria şi Kafr-al Dawwar. Gazele naturale de la Abu Madi vor fi folosite la cele două uzine de îngrăşăminte care se vor construi în delta Nilului.

Un acord de explorare în larg în golful de Suez face în prezent obiectul discuţiilor între Egiptian General Petroleum Corporation şi Societatea Japoneză Nord Sumatra Oil Development Cooperation Company. Zona în care urmează să aibă loc forarea este situată la circa 2 km în larg de Raz Gharib.

*** **Rezervor gigantic submarin de ţiţei**. În : Petrole Informations, nr. 1136, 5 sept. 1969.

La începutul lunii august s-a efectuat scufundarea unui rezervor submarin gigantic de ţiţei. Această operaţie a avut loc în golful Persic la aproximativ o sută de kilometri în largul localităţii Dubai. Lucrarea a fost executată de către Chicago Bridge pe malul mării, după aceea remorcată pînă la locul de scufundare (formă de pîlnie răsturnată). Avînd o capacitate de 80 000 m^3 (echivalent unui mare rezervor terestru) dimensiunile sale sînt impresionante : 90 m diametrul bazei şi 70 m înălţime (cît un imobil cu 20 de etaje). 53 de metri se află scufundaţi în apă în timp ce partea superioară, 13 m se află deasupra nivelului mării.

Rezervorul gol cîntăreşte 15 000 t de oţel şi este fixat de fundul mării pentru a avea o stabilitate desăvîrşită.

Tehnica umplerii este foarte simplă. Fundul rezervorului este complet deschis. Bazîndu-se pe densităţile diferite ale apei şi ţiţeiului principiul constă în a umple rezervorul începînd de la capete cu sonde submarine (după degazare), apa scapă prin ferestrele ce se găsesc în partea inferioară a pereţilor. O dată ce rezervorul s-a umplut, un sistem automat de control opreşte umplerea.

Cînd se încarcă petrolierele are loc operaţia inversă, apa împingînd petrolul. Compania Continental Oil a desăvîrşit această lucrare în contul grupului de societăţi Texaco, Sun Oilk B. P. şi C. F.P. Rezervorul submarin, completează capacitatea de stocaj a două rezervoare flotante care sînt deja montate (două vechi tancuri transformate la Hamburg şi Marsilia) care au o capacitate combinată de 80 000 t.

Ansamblul dispozitivului care va fi pus în funcţiune în această lună, va constitui primul complex offshore de pro-

ducție, stocaj și debarcader pentru petroliere fără cordon ombilical, cu instalații terestre.

Ritmul producției va fi de 2 mil. t/an la început și va trebui să atingă la sfîrșitul lui 1970, 5 mil. t.

Malacihanov, T. B. și Mataes, G. A. **Determinarea greutății specifice a fluidului de foraj în cazul săpării în roci nestabile.** În: „Nefteanoe hozeaistvo", **47**, nr. 9, sept. 1969, p. 25—27.

La extragerea garniturii de foraj se reduce contrapresiunea fluidului de foraj exercitată asupra pereților găurii de sondă. Cînd tensiunea în rocile din care sînt formați pereții sondei ajunge la limita de curgere, survine starea de alunecare lentă întreținută, după care se produce dărîmarea pereților.

Pentru reglarea contrapresiunii exercitată asupra pereților găurii de sondă se propune o metodă simplă de calcul, care ține seama de viteza de extragere a garniturii de foraj.

S-a stabilit formula de calcul bazată pe teoria elasticității și s-a întocmit un tabel cu ajutorul cărora se poate determina greutatea specifică a fluidului de foraj potrivită pentru menținerea stabilității rocilor din zona pereților găurii de sondă.

Cerneak, V. P. **Prognoza regimului termic al unei sonde în foraj de mare adîncime.** În: „Nefteanoe hozeaistvo", **47**, nr. 9, sept. 1969, p. 17—19.

Se compară metoda și rezultatele prognozei analitice a regimului termic cu datele experimentale ale forajului sondelor de țiței cu adîncimi pînă la 7000 m aflate în zona depresiunii Pricaspice.

Se arată că la sondele din zona considerată schimbarea schemei de circulație a fluidului de foraj îngreuiat nu are influență mare asupra repartizării temperaturii în lungul găurii de sondă. De asemenea, în intervalele respective de adîncimi, pentru calculele termice necesare este acceptabilă relația liniară dintre temperatura rocii și adîncime.

Pentru alegerea coeficientului nestaționar de schimb de căldură se recomandă să se plece de la proprietățile termice și fizice ale fluidului de foraj îngreuiat.

Pogarski, A.A., Cefranov, K. A. **Optimizarea procesului de foraj.** În: „Nefteanoe hozeaistvo", **47**, nr. 9, sept. 1969, p. 13—16.

Specialiștii din U.R.S.S. și de peste hotare consideră că, în etapa actuală a săpării sondelor, organizarea unei conduceri optime a procesului de foraj este mult mai importantă decît progresul tehnicii și tehnologiei forajului.

Se susține că este posibilă o mărire cu 20—40 % a vitezelor operative de foraj, dacă se respectă condiția obligatorie a alegerii unor parametri raționali pentru regimul de foraj și se asigură în timpul marșului controlul și menținerea lor continuă la nivelul stabilit, dar că aceasta se poate asigura numai cu ajutorul unui sistem automat de comandă optimă a procesului de foraj, în care scop el trebuie să cuprindă trei subansambluri:

— dispozitiv de control continuu al valorilor curente medii pentru un interval oarecare de timp a parametrilor: apăsării axiale P, a vitezei de rotație n, a sapei și a vitezei mecanice v_m de foraj;

— calculator electronic specializat de analiză și prelucrare la algoritmul urmărit al vitezei operative de foraj maxime (v_o max.) a informației primite de la dispozitivul de control al procesului de foraj (P, n, v_m), cu emiterea de ordine către acest dispozitiv pentru corectarea parametrilor față de valorile prescrise;

—automat pentru avansarea garniturii de foraj, care asigură controlul debitului fluidului de foraj și a vitezei de avansare.

Stracke, J. M. și colab. **Rezultatele injecției ciclice de abur din schela Guadelupe-California** (S.U.A). In: The Oil and Gas Journal, **67**, nr. 35, 1 sept. 1969, p. 95—98.

Schela Guadelupe a intrat în producție în anul 1942, extrăgînd prin pompaj, de la adîncimea de peste 800 m, un țiței foarte vîscos cu greutatea specifică de 1 kgf/dm³.

În anul 1964 a fost introdusă metoda de injectare ciclică a aburului, ulterior constatîndu-se că la un număr de 15 sonde-s-au defectat coloanele.

De aceea, s-a recurs la construcția de noi sonde tubate cu burlane fabricate din oțel de calitate superioară N-80, cu filet în formă de dinte de fierăstrău.

Coloanele au fost cimentate în două trepte pînă la suprafață, cu un amestec format din: o parte ciment pur și două părți produsul special „Perf-A-Lite", adăugîndu-se apoi 40 % praf de silice și 10 % sare gemă.

Sondele construite astfel pot suporta temperaturi pînă la 290°C, față de 230°C la sondele vechi, tubate cu burlane din oțel J—55. Temperatura maximă de 290°C nu este depășită, chiar dacă aburul condensează în lungul țevilor de extracție și în strat se injectează apă caldă.

Pierderea de căldură este redusă prin evacuarea lichidului din spațiul inelar, cu azot comprimat (gaz inert) înaintea fiecărui ciclu de injecție, care a fost stabilit pe cale experimentală la 11—12 luni.

Producția schelei a fost mărită de 2,5 ori, de la 270 m³/zi țiței cu 42 % apă, la 700 m /zi cu 30 % apă.

Reznikov, N. B., Kardașev, G.A. **Determinarea puterii motorului unității de pompare.** În: „Nefteanoe hozeaistvo", **47**, nr. 9, sept. 1969, p. 55—56.

Față de numeroasele formule ale diverselor institute pentru calculul puterii motoarelor necesare acționării unităților de pompare, formule complexe cu mulți coeficienți, se propune pentru aplicare practică următoarea formulă simplă:

$$N = \frac{K\,(P_{max} - P_{p.p.})\,S \cdot Q_f.\ 1\,000}{P_f.\ 102}\ \text{(kW)}.$$

În care:

K este coeficientul mediu de pornire al motorului electric (pentru motoarele curente $K = 0{,}659$);
P_{max} — sarcina maximă la capul balansierului la cursa în sus, kg;
$P_{p.p.}$ — greutatea prăjinilor de pompare, kg;
P_f — greutatea fluidului aflat deasupra pistonului, kg
S — cursa unității de pompare, m;
Q_f — debitul sondei, kg/s;

Macartney, J. **Extracția gazelor din zăcămîntul Leman Bank din Marea Nordului.** În: The Institution of Gas Engineers Journal, **9**, nr. 9, sept. 1969, p. 535—551.

Zăcămîntul de gaze Leman Bank este situat pe platforma continentală a Angliei, la circa 50 km de coastă și este cel mai important zăcămînt de hidrocarburi pus în valoare pînă în prezent, în Marea Nordului.

Stratul productiv este o gresie din formațiunea Rothliegendes (Permianul inferior), cu porozitatea de 6—24 % și permeabilitatea de 1—2,5 mD, situat la adîncimea de 1800—2 000 m, avînd presiunea inițială de zăcămînt de 210 at. Rezerva de gaze a zăcămîntului, identificat pe o suprafață depășind 250 km², a fost calculată la 42.10^{10} m³.

Forajul în ape cu adîncimea de la 12 la 42m, a fost efectuat de pe platforme marine de tip autonom. Acestea sînt construite din elemente făcute din burlane de 33 in. La fiecare locație se implantează piloți tubulari, bătuți la 30 m în solul mării, prin care se introduc apoi elementele verticale ale platformelor de foraj, ridicată cu macarale flotante. Solidarizarea între platformă și piloni se face prin sudură.

Distanța optimă între sonde a fost calculată la circa 450 m, de pe o platformă forîndu-se 10 sonde, și anume: o sondă verticală, trei sonde deviate la 450 m de la verticală și alte șase sonde deviate la 750 m de la verticală. Coloanele sînt tubate în felul următor: coloana de ghidaj de 24 in ∅ la circa 90 m; cea de suprafață de 16 in ∅ la circa 260 m; coloana intermediară de 10 $^3/_4$ in ∅ la circa 1 300 m, iar coloana de producție de 7 $^5/_8$ in ∅ la circa 1 950 m.

Țevile de extracție de 4 $^1/_2$ in ∅, sînt ancorate sub fundul mării și fixate cu pacher deasupra stratului. Spațiile inelare dintre coloane sînt complet cimentate, iar țevile de extracție pot fi obturate automat printr-un robinet acționat hidraulic, în cazul defectării instalațiilor de la suprafață.

La o distanță de circa 40 m de la platforma de foraj este instalată platforma de producție a grupului de sonde forate în tufă, pe care se află instalațiile de separare a condensatului din gaze și deshidratare cu glicol. Gazele epurate, sub presiunea de circa 90 at sînt transportate prin două conducte

de 30 in∅, la stația terminală de la Bancton. Operațiile tuturor platformelor sînt controlate cu un calculator numeric, instalat la țărm.

Aliev, R. A, Bleiher, E. M. **Proprietățile tixotrope ale țițeiului de Uzen și a amestecurilor sale cu diluanți.** În : „Nefteanoe hozeaistvo", **47,** nr. 9, sept. 1969, p. 60—63.

Țițeiurile cu punct ridicat de congelare prezintă proprietatea de a-și reface în stare de repaus rețeaua structurală a parafinei, distrusă în timpul pompării. Această capacitate a țițeiului complică transportul lui pe conducte. Ea se poate reduce în măsură sensibilă prin tratare cu hidrocarburi diluante (petrol lampant, motorină).

În articol se prezintă rezultatele cercetărilor legate de variația tensiunii inițiale de forfecare a țițeiului de Uzen și a amestecurilor sale cu diluanți în funcție de concentrația diluanților și de temperatura și durata de menținere în stare de repaus a țițeiului și a amestecurilor.

Se arată, că prin tratarea țițeiului cu diluanți se reduce foarte mult tensiunea inițială de forfecare și se poate opri un timp îndelungat conducta fără teama de congelare în ea a țițeiului.

Ewing, Robert, C. **Desulfurarea combustibililor grei, utilizați la centralele electrice.** În : The Oil and Gas Journal, **67,** nr. 37, 15 sept. 1969, p. 94—95.

Restricțiile severe impuse în S.U.A. împotriva poluării atmosferei cu oxizii de sulf din gazele de ardere, evacuate la coș, au obligat centralele electrice să folosească combustibili cu un conținut redus de sulf sau să desulfureze combustibilii grei cu peste 0,5% sulf. O metodă nouă, propusă de A. M. Squires, realizează acest proces prin cracarea păcurii și desulfurarea produselor gazeificate în prezența dolomitei, urmată de calcinarea acesteia pentru recuperarea sulfului din sulfura de calciu rezultată.

Instalația, montată chiar lîngă centrala electrică, se compune dintr-o coloană umplută cu pastile de cocs în zona inferioară de cracare fluidizată și cu dolomită măcinată, în zona superioară de desulfurare ; o coloană pentru calcinarea dolomitei (transferată din prima coloană), din care se obține CaS, CaO și CO_2 ; o unitate de tratare a sulfurii de calciu cu vapori de apă și CO_2 pentru recuperarea H_2S și $CaCO_3$, care se recirculă în prima coloană ; o unitate de tip Claus pentru obținerea sulfului elementar.

Condițiile procesului tehnologic și schema instalației propuse sînt prezentate sumar. Se menționează, de asemenea, că investiția pentru această instalație reprezintă mai puțin de 10 dolari pentru 1 kW produs de uzină, pe cînd investiția pentru desulfurarea gazelor de ardere evacuată la coș, este de ordinul 15—30 dolari/kW.

***Noi perspective pentru industria de conducte în Statele Unite.** În : Petroleum Press Service, **XXXVI,** nr. 9, sept. 1969.

Industria americană de conducte cunoaște în prezent o mare dezvoltare ; prima conductă din lume a fost construită în Pensylvania în anul 1865. S-a constatat că conductele sînt mijlocul de transport cel mai economic pentru a transporta, nu numai substanțe lichide și gazoase, ci și solide și noroaie. În prezent se efectuează studii pentru transportul gazelor naturale lichefiate. Această posibilitate ar putea avea urmări importante. Transportul gazului costă scump ; transportul unei tone de gaz costă de circa patru ori mai mult decît al unei tone de țiței. Conductele de gaz cu diametrul de 36 pînă la 42 țoli, folosite în prezent în Statele Unite, sînt limitate din punct de vedere economic, la transporturi pe o distanță de 2 500 mile. Se estimează că gazele naturale lichefiate ar putea fi transportate în conducte izolate termic, cu un preț de două ori mai mic, ceea ce permite ca gazele să fie transportate pe o distanță mai mare de 4 000 mile.

Industria de conducte pentru transportul petrolului trebuie să se adapteze la noi condiții. Recentele descoperiri din Alaska și expansiunea spre nord a zăcămintelor de petrol și gaze fac necesară punerea la punct de noi tehnologii pentru construcția și exploatarea conductelor pe distanțe foarte mari, în climate foarte reci. De asemenea, dat fiind că exploatările în larg se efectuează din ce în ce mai departe de țărm, este necesar să se pună la punct noi metode de pozare a conductelor în ape adînci.

În prezent, în Statele Unite există circa 250 000 mile de conducte prin care se transportă circa 80% din țițeiul și produsele rafinate, care reprezintă investiții de aproape 5 miliarde dolari.

Concurența și îmbunătățirile din punct de vedere tehnic au făcut ca prețul transportului prin conducte să fie continuu redus. De exemplu, în anul 1934 costul transportului unei barile de țiței din Texasul de Vest pînă la Chicago costa 59 de cenți, iar în anul 1964, 31 de cenți. În prezent, costul transportului petrolului prin conducte variază între 2 și 8 cenți pe suta de mile și barilă, față de 5 pînă la 40 cenți, costul transportului pe calea ferată și 30 pînă la 60 cenți, costul transportului auto. Noua conductă de 3 000 mile lungime, care leagă Houston de New York, prin care pot fi transportate un milion de barile/zi, poate rivaliza cu tancurile de petrol din punctul de vedere al costului transportului, care este de 1,5 pînă la 4 cenți/barile și suta de mile.

Prin rețeaua actuală de conducte se livrează 75% din țiței la toate rafinăriile și mai mult de 98% către rafinăriile din S.U.A. Cea mai mare concentrație de conducte pleacă din Noul Mexic, din Texas și din mijlocul continentului către țărmul golfului Texas ; 20 de conducte repartizate în această regiune transportă circa 2 milioane barile/zi.

Cea mai mare rețea de conducte terminată de curînd este Capline de 40 de țoli diametru, care leagă Louisiana cu Illinois, care a intrat în funcțiune în anul 1968.

Cu excepția marii rețele Coloniale, care leagă Houston cu orașul New York, conductele pentru produse rafinate au un diametru mai mic decît cele pentru țiței. Dezvoltarea lor a fost însă mai rapidă, datorită în bună parte transformării conductelor mai vechi pentru țiței, care deveniseră prea mici.

Ewing, Robert, C. **Extinderea rafinăriei Beaumont.** În : The Oil and Gas Journal, **67,** nr. 37, 15 sept. 1969, p. 60—63.

Societatea petrolieră Mobil Oil a terminat lucrările de mărire și modernizare ale rafinăriei din Beaumont (Texas). Capacitatea de prelucrare a crescut la 52 800 m^3/z i prin adăugarea următoarelor instalații : o unitate de distilare atmosferică pentru 24 000 m^3/zi ; o unitate de distilare în vid 3 200 m^3/zi ; una de reformare catalitică 6 7000 m^3/zi și una de hidrocracare a motorinei 4 600 m^3/zi. S-a mărit, de asemenea, la 1,7 mil m^3/zi instalația pentru producerea hidrogenului, precum și unitatea pentru fabricarea gazelor lichefiate, la 15 200 m^3/zi. Sînt de remarcat cîteva inovații care se referă la unele detalii de aparatură și la construcția și modul de așezare a echipamentului unităților. Sala nouă de comandă și control al proceselor — reconstruită în centrul complexului de instalații — cuprinde cele mai moderne instrumente și aparate de automatizare, cu înregistrarea continuă a performanțelor de fabricație.

PLAN TEMATIC

al revistei PETROL ŞI GAZE pentru anul 1970

Comitetul de redacţie al revistei PETROL ŞI GAZE propune colaboratorilor revistei să-şi îndrepte preocupările asupra următoarelor probleme care urmează să fie dezbătute în coloanele revistei în cursul anului 1970

GEOLOGIE, GEOFIZICĂ

- Probleme legate de geneza şi migrarea ţiţeiului şi gazelor în legătură cu legile formării şi repartiţiei acumulărilor de hidrocarburi pe marile unităţi structurale.
- Tipuri de zăcăminte şi capcane şi metodica lor de prospectare şi explorare
- Contribuţii la stratigrafia şi tectonica unităţilor geologice şi a zonelor petroliere şi gazeifere din ţara noastră.
- Metode şi criterii de corelare şi orizontare stratigrafică.
- Noi metode geofizice de prospecţiuni şi explorări.
- Rezultate noi în metodologia prelucrării şi interpretării datelor geofizice.
- Procedee tehnologice noi privind geofizica de şantier.
- Metode de perforare a sondelor şi eficacitatea lor.
- Metodologia şi problemele legate de calculul rezervelor de prognoză.
- Probleme de geochimie a zăcămintelor de ţiţei şi gaze.
- Aspecte ale eficienţei economice în lucrările de cercetare geologică.
- Probleme noi în organizarea sistemului de culegere şi prelucrare a datelor de informare geologică.
- Aspecte ale proiectării şi planificării lucrărilor geologice.

FIZICA ŞI MECANICA ZĂCĂMINTELOR

- Studii privind proprietăţile ţiţeiului, gazelor şi apei în condiţii de zăcământ.
- Studii privind proprietăţile rocilor-magazin şi caracterizarea neuniformităţilor acestora.
- Prevederea comportării zăcămintelor în pericada de exploatare.
- Cercetarea sondelor şi zăcămintelor.
- Studii privind dislocarea reciprocă a fluidelor în medii poroase uniforme şi neuniforme la scară macro şi microscopică.
- Posibilităţi de dirijare a procesului de exploatare în scopul obţinerii unei recuperări mari.
- Investigarea zăcămintelor cantonate în roci carbonatate.
- Metode noi de mărire a factorului de recuperare.
- Cazuri interesante în exploatarea unor zăcăminte.

EXPLOATAREA ZĂCĂMINTELOR

- Metode de menţinere a presiunii în zăcământ.
- Metode de recuperare secundară.
- Metode speciale de exploatare a zăcămintelor (termice, injecţie de apă cu viscozitate mărită, injecţie de fluide miscibile, injecţie CO_2 etc.).
- Pregătirea sondelor pentru injecţie. Metode pentru creşterea receptivităţii stratului.
- Agenţi de lucru folosiţi în procesele de injecţie pentru menţinerea presiunii şi recuperarea secundară.
- Apele reziduale în procesele de injecţie.
- Instalaţii şi echipamente în procesele de injecţie.

FORAJ

- Forajul cu motoare de fund.
- Forajul sondelor cu diametre mici.
- Forajul de mare adincime.
- Traversarea şi deschiderea formaţiunilor productive
- Sape şi carotiere.
- Forajul rotativ cu sape cu jet.
- Pierderi de circulaţie şi combaterea lor.
- Noi scheme de montaj al instalaţiilor de foraj.
- Noroaie speciale de foraj.
- Cimentarea sondelor-materiale şi metode noi.
- Mecanizarea procceselor grele de foraj.
- Prăjini şi utilaj de fund.
- Probleme legate de construcţia sondelor.

EXPLOATAREA SONDELOR DE ŢIŢEI ŞI GAZE

- Metode pentru mărirea productivităţii şi receptivităţii sondelor.
- Intensificarea afluxului de ţiţei în gaura de sondă (fisurări, tratamente chimice şi termochimice, pompaj forţat).

INTENSIFICARFA EXTRACŢIEI DE ŢIŢEI ŞI GAZE

- Metode noi de punere în producţie.
- Exploatarea sondelor de mare adincime.
- Combaterea viiturilor de nisip (cercetări, posibilităţi de extindere a metodelor cu rezultate favorabile).
- Combaterea depunerilor de parafină în procesul de exploatare a sculelor.
- Scheme moderne şi dispozitive pentru exploatarea sondelor în gazlift continuu şi intermitent.
- Aspecte moderne şi îmbunătăţirea exploatării prin pompajul de adincime.
- Folosirea pompelor centrifuge de fund şi extracţia ţiţeiului.
- Îmbunătăţirea regimului tehnologic la sondele de producţie.
- Exploatarea multiplă şi selectivă a straturilor productive prin aceeaşi sondă.
- Exploatarea sondelor de gaze naturale.
- Îmbunătăţirea operaţiilor de intervenţii şi repararea sondelor.
- Probleme de organizarea procesului de lucru în sectorul de extracţie.
- Probleme energetice în sectorul extracţiei ţiţeiului.
- Controlul producţiei în schele.

UTILAJE DE EXTRACŢIE

- Utilaj modern folosit în extracţie (realizări importante în domeniul extracţiei
- Construcţii speciale de pompe de extracţie.
- Probleme de energetică.
- Funcţionarea şi exploatarea compresoarelor.
- Montarea, exploatarea şi întreţinerea utilajului de extracţie.
- Probleme în legătură cu montajul şi exploatarea pompelor de adincime (atelier, echipament).

TRANSPORTUL ŢIŢEIULUI ŞI AL GAZELOR NATURALE

- Colectarea şi pregătirea gazelor pentru transport.
- Metode noi de tratare a ţiţeiului şi de reducere a pierderilor.
- Colectarea, tratarea şi transportul ţiţeiurilor grele şi viscoase.
- Proiectarea, construirea şi exploatarea conductelor magistrale pentru transportul gazelor naturale.
- Proiectarea, execuţia şi exploatarea reţelelor de distribuţie.

PRELUCRARE

- Procese noi în prelucrarea modernă a ţiţeiului şi eficienţa lor economică.
- Provenienţa pierderilor şi mijloacele de combatere a lor.
- Metode de urmărire şi reducere a consumurilor specifice şi determinarea lor ştiinţifică.
- Metode şi instalaţii moderne de desalinare a ţiţeiurilor (maximum 30 mg NaCl/l): urmările alimentării instalaţiilor cu ţiţeiuri de aceeaşi puritate.
- Metode de îmbunătăţire a calităţii produselor, adaptarea instalaţiilor existente pentru obţinerea produselor de calitate superioară.
- Utilizarea izotopilor radioactivi în procese de prelucrare.
- Aditivi pentru carburanţi şi lubrifianţi.
- Probleme de petrochimie: materii prime livrate de rafinării pentru industria chimică organică, rezultate din procese specifice rafinăriilor şi din procese secundare speciale: tehnologie, puritate.
- Utilizarea materialelor plastice şi a răşinilor sintetice în rafinării.
- Pregătirea şi organizarea reparaţiilor curente şi capitale în rafinării.
- Probleme legate de creşterea productivităţii muncii şi reducerea preţului. de cost: descoperirea resurselor interne în rafinării, coroziunea în rafinării.
- Valorificarea deşeurilor.
- Inovaţii şi metode noi în scopul generalizării lor în rafinării.
- Controlul proceselor tehnologice în rafinării.
- Probleme de energetică a rafinăriilor de prelucrare a ţiţeiului.

PROBLEME TEHNICO-ECONOMICE

- Organizarea ştiinţifică a producţiei şi a muncii în industria de petrol şi gaze
- Realizări şi perspective privind îmbunătăţirea indicatorilor tehnici şi economici ca urmare a introducerii tehnicii noi în toate sectoarele de activitate ale industriei petrolului şi gazelor.
- Preocupări, metode aplicate şi rezultate obţinute în industria de petrol în legătură cu asigurarea îndeplinirii sarcinilor de creştere a productivităţi muncii şi reducere a preţului de cost.
- Probleme privind determinarea limitei economice de exploatare a sondelor
- Investiţiile în industria petrolului — respectarea termenelor de punere în funcţiune a capacităţilor noi, îmbunătăţirea fondurilor fixe, metode de calcul şi realizări privind eficienţa economică a acestora.
- Metodologii de calcul al productivităţii muncii în forajul sondelor — discuţii şi propuneri de îmbunătăţire.
- Căi pentru îmbunătăţirea metodologiei de întocmire a documentaţiei de proiectare şi de deviz privind construcţia sondelor.
- Aspecte din munca de pregătire a tehnicienilor şi inginerilor petrolişti în şcoli şi institute, în perioada practicii de producţie şi de stagiu.
- Îmbunătăţirea activităţii aprovizionării tehnico-materiale în industria de petrol, preocupări în legătură cu evitarea imobilizărilor de fonduri, descoperirea şi folosirea rezervelor interne.
- Automatizarea evidenţei şi optimizarea proceselor.
- Utilizarea sistemelor de prelucrare automată a datelor în industria de petrol şi gaze.
- Perfecţionarea cadrelor tehnice şi ştiinţifice în industria de petrol.
- Legătura între teorie şi practică, între cercetările ştiinţifice şi activitatea industrială.
- Rolul şi îmbunătăţirea documentării în industria de petrol.
- Aprecierea eficacităţii economice a cercetărilor ştiinţifice.
- Eficienţa economică a explorării.
- Epurarea, tratarea şi folosirea apelor reziduale.
- Protecţia muncii în industria de petrol şi gaze.

PREZENTAREA MANUSCRISELOR

Materialele se pot prezenta redacției spre publicare fie sub formă de articole, fie sub formă de scurte comunicări. Nu se primesc spre publicare memorii tehnice sau rapoarte tehnice adresate forurilor superioare.

De asemenea, în revista Petrol și Gaze nu se pot publica lucrări apărute în alte reviste similare din țară sau străinătate. Prin apariția unei lucrări în revista Petrol și Gaze dreptul de autor trece asupra revistei. Ca atare, această lucrare nu mai poate fi trimisă spre publicare integral sau parțial unei alte reviste de specialitate decît cu autorizația Comitetului de redacție al revistei Petrol și Gaze.

Fiecare manuscris trimis spre publicare revistei Petrol și Gaze trebuie să fie însoțit de aprobarea, în scris, pentru publicare, din partea institutului sau întreprinderii în cadrul căreia s-a efectuat lucrarea.

Manuscrisele se vor înainta redacției în două exemplare bătute la mașină la două rînduri (31 rînduri × 65 bătăi = = 2 000 semne pe pagină) pe o singură față a hîrtiei, cu paginile numerotate în continuare. Se vor evita pe cît posibil corecturi de mînă. Volumul textului de articol să nu depășească 10—15 pagini bătute la mașină (fără figuri). Materialele pentru rubrica „Scurte comunicări" să nu depășească două pagini scrise la mașină. Manuscrisele vor cuprinde :

1. Titlul lucrării cît mai precis din care să reiasă exact, concret și complet conținutul lucrării.

2. Prenumele și numele complet al autorilor.

3. Denumirea laboratorului sau a secției din institutul sau întreprinderea în care s-a efectuat lucrarea.

4. Textul lucrării.

4.1. Redactarea lucrării să fie simplă, concisă și limpede ; se vor evita repetări și lungiri inutile cu materiale care nu sînt legate direct de subiect.

4.2 Structura articolului să fie astfel încît partea introductivă de documentare să fie distinctă de partea de contribuție originală. Unde este cazul, această din urmă parte să fie subdivizată în : partea experimentală, interpretarea rezultatelor și partea de discuție.

4.2.1. Partea introductivă va cuprinde în mod clar și concis expunerea generală a problemei atacate ; se vor evita considerațiile prea generale sau repetarea unor fapte cunoscute. Ca dimensiune, partea introductivă să reprezinte cel mult a patra parte din volumul total al lucrării.

4.2.2. Partea experimentală va cuprinde expunerea lucrărilor efectuate în modul cel mai clar, simplu și concis posibil. Se recomandă ca rezultatele experimentărilor să fie date sub formă fie de tabele, fie de diagrame, dar nu sub ambele forme.

4.2.3. Interpretarea sau discuția rezultatelor lucrării se va face printr-o expunere purtată la un înalt nivel științific, ținîndu-se seamă de lucrările literaturii de specialitate mondiale din acest domeniu.

4.2.4. Se recomandă ca la sfîrșitul articolului să se introducă, dacă este posibil, concluzii rezumative asupra lucrării prezentate.

4.3. Diagramele, figurile și fotografiile vor fi desemnate „figuri". Ele vor fi numerotate în continuare, cu cifre arabe, indicîndu-se la marginea manuscrisului pentru fiecare figură locul aproximativ unde trebuie să apară în text. Legendele figurilor se vor scrie pe o foaie separată. Referirile la figuri se vor face prin numere, nu cu cuvintele „mai sus" sau „mai jos". Se recomandă ca numărul figurilor să fie cît mai redus posibil.

Figurile se vor desena pe foi separate cît mai clar și explicit, în mărime dublă decît urmează să apară tipărite. Fotografiile se vor preda sub formă de copii pozitive și nu clișee. Pe verso se vor indica titlul articolului și numele autorului.

4.4 Tabelele vor fi numerotate în continuare cu cifre arabe. Fiecare tabelă va avea un titlu explicativ. Dimensiunile tabelelor trebuie să corespundă formatului revistei. Unitățile folosite trebuie specificate explicit. Referirile la tabele se vor face după numere (ca la figuri).

4.5. Formulele care pot fi culese la tipărire vor fi bătute, la mașină în text ; cele care nu se pot culege tipografic și, deci, necesită clișee, trebuie desenate pe foi separate, cît mai clar posibil, indicîndu-se în manuscris locul unde trebuie introdus clișeul respectiv. Referirile din text la formule se pot face prin numere romane scrise între paranteze rotunde.

4.6. Prescurtările și unitățile de măsură se vor nota după STAS-urile în vigoare.

5. Indicațiile bibliografice vor fi numerotate în continuare, în ordinea citării și notate în text prin cifre corespunzătoare, în paranteze pătrate.

5.1. Citarea articolelor de revistă trebuie să cuprindă : numele tuturor autorilor cu inițiala prenumelui (înaintea ultimului autor se va scrie : și), titlul periodicului prescurtat (după ultima ediție de la List of Periodicals Abstracted by Chemical Abstracts), numărul volumului (tomului) în cifre arabe, subliniat, numărul de ordine al numărului periodicului, anul apariției și pagina la care începe precedată de prescurtarea p.

În cazul cînd referința nu a fost citită în original, se va indica după ea și revista de referate care a fost consultată.

5.2. Citarea textelor din cărți sau tratate trebuie să cuprindă : numele tuturor autorilor cu inițiala prenumelui, titlul cărții, numărul ediției în cifre arabe, editura, numărul volumului (tomului) subliniat, localitatea unde a fost editată cartea, anul apariției, pagina (sau paginile) la care se face referirea, precedată de prescurtarea p.

5.3. Citarea patentelor trebuie să cuprindă : autorul sau firma, țara și numărul patentului, data și revista de referate.

1.6. Un rezumat de 10—15 rînduri dactilografiate al conținutului care va reflecta cît mai fidel, într-o formă concisă și clară, scopul și conținutul lucrării, va fi predat pe o foaie separată.

7. Numele, adresa și numărul de telefon al autorului articolului delegat să ducă discuțiile cu redacția și să semneze pentru „bun de tipar" vor fi indicate, de asemenea, pe o foaie separată .

Pentru modificări redacționale esențiale pe manuscrise redacția va cere aprobarea autorilor. Aceștia vor primi în orice caz articolul în formă culeasă pentru corecturi tipografice de „bun de tipar". Corecturile trebuie efectuate după STAS 1032—59 „Corecturi tipografice". Autorii au dreptul să modifice numai greșeli tipografice sau erori ; nu se va ține seamă de modificări stilistice. Materialul corect trebuie restituit redacției revistei Petrol și Gaze în decurs de cel mult două zile.

Materialele destinate publicării vor fi trimise pe adresa : Centrul de Documentare al Industriei Chimice și Petroliere, revista Petrol și Gaze, Bd. N. Bălcescu 16, sectorul 1, București.

Revista PETROL ŞI GAZE organ al Ministerului Petrolului şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacţia: Bucureşti, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sectorul I, telefon 14.72.10./130 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere, telefon 14.72.10/176 Bd Nicolae Bălcescu, nr. 16, cont 640 301—14, Banca Naţională a Republicii Socialiste România, Filiala Sector I, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8.
Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D. G. P. nr. 10/50/1968
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informaţia", Bucureşti — c. 4044

Lei 8

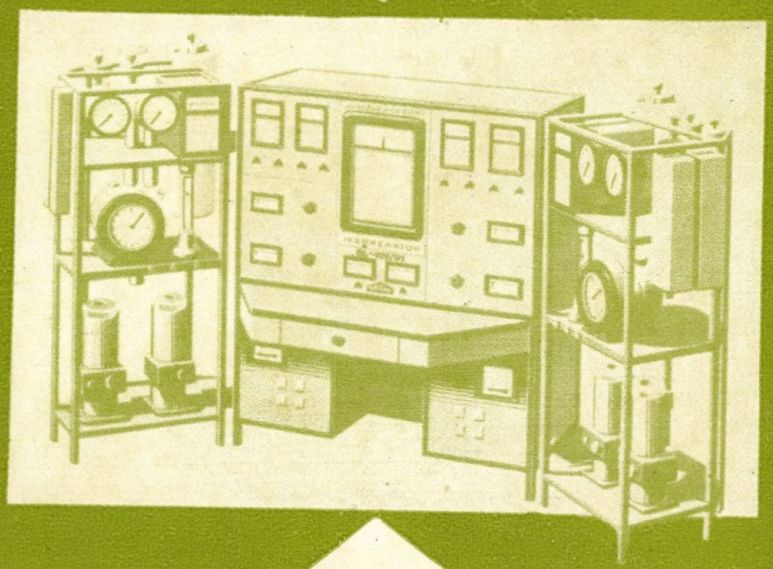
14330

UNIC ŞI INDISPENSABIL ÎN INDUSTRIA PETROLIERĂ,
NDUSTRIA CHIMICĂ ORGANICĂ ŞI PETROCHIMIE,
UBLUL REACTOR DE TIPUL OL-105

ermite:

— experimentarea tehnologiei reacţiilor;
— elaborarea de noi procedee;
— reglarea parametrilor optimi,

n două sisteme de reactoare indepen-
lente, la scară de laborator, la o
resiune de 100 sau 250 atm şi o
emperatură maximă de 600°C.

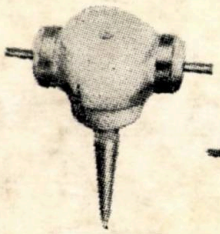


La cerere oferim prospecte detaliate!

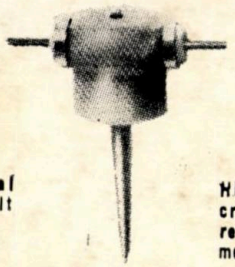
Exportator: METRIMPEX

Société Hongroise pour le Commerce Extérieur d'Instruments Budapest 62, B.P. 202, Hongrie
Adresa telegrafică: INSTRUMENT BUDAPEST Telex: 677

DETECTOARE

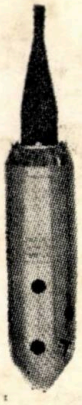


HS-J
Geofon subminiatural original, cel mai mult folosit în lume.



GSC-11D
Un nou geofon subminiatural cu bobină dublă, avînd cea mai înaltă ieşire în raport cu greutatea sa faţă de celelalte geofoane numerice existente pe piaţă.

MP-7
Hidrofon cu un singur cristal pentru folosirea economică a str[illegible]merului.



MP-8B
Hidrofon compact cu performanţă ridicată, sensibil la presiune, utilizabil pentru : lucrări marine în golfuri şi terenuri mlăştinoase.

SURSE DE ENERGIE

DINOSEIS* TRANSPORTAT AERIAN
Această adaptare de performanţă ridicată a explozorului cu gaze face accesibile zonele care sînt practic imposibil de atins cu alte tipuri de surse de energie.

*) DENUMIREA COMERCIALĂ SINCLAIR

1970 FEB 2

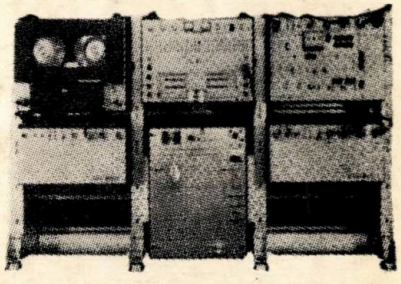
GEO SPACE
este o firmă cu experienţă în toată gama de aparatură geofizică

De la explozorul de gaze producător de unde de şoc şi pînă la echipamentul de laborator pentru prelucrarea datelor de teren, GEO SPACE oferă echipamente cu un grad avansat de proiectare şi verificare a performanţelor pentru fiecare treaptă în scopul obţinerii de informaţii seismice exacte şi semnificative.

GEO SPACE

5803 Glenmont Drive, Houston, Tex. 77036
Cable: GEOSPA • Telex: 077-374
Telephone: 713 666-1611

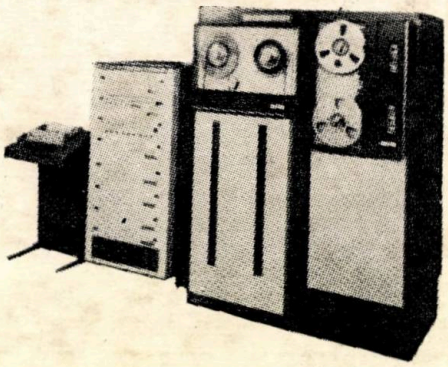
ÎNREGISTRATOARE DE TEREN



MODEL 1700
SISTEM NUMERIC PORTABIL
Este un sistem GEO Space complet, disponibil fie în format A fie în format B, transformabile în teren. Poate fi extins pînă la 60 de canale. Consumul total de energie este sub 400W. Este uşor portabil, fiecare unitate cîntărind mai puţin de 50 pfunzi (50 0,453 = = 22,65kg).

PRELUCRAREA DATELOR

CALCULATOR MODEL 1703
Pentru prelucrarea numerică, calculatorul model 1703 combină eficienţa economică cu elasticitatea în exploatare, el poate fi utilizat pentru corecţii, operaţii de editare şi schimbări de formate; cu conversie Analog la Digital şi Digital la Analog; formatele convertibile sînt între 7,9 şi 21 trase pe bandă.



E 1445

04

PETROL ŞI GAZE

FEBRUARIE 1970
Vol. 21 ★ p. 65—128
BUCUREŞTI
★
ROMÂNIA

2

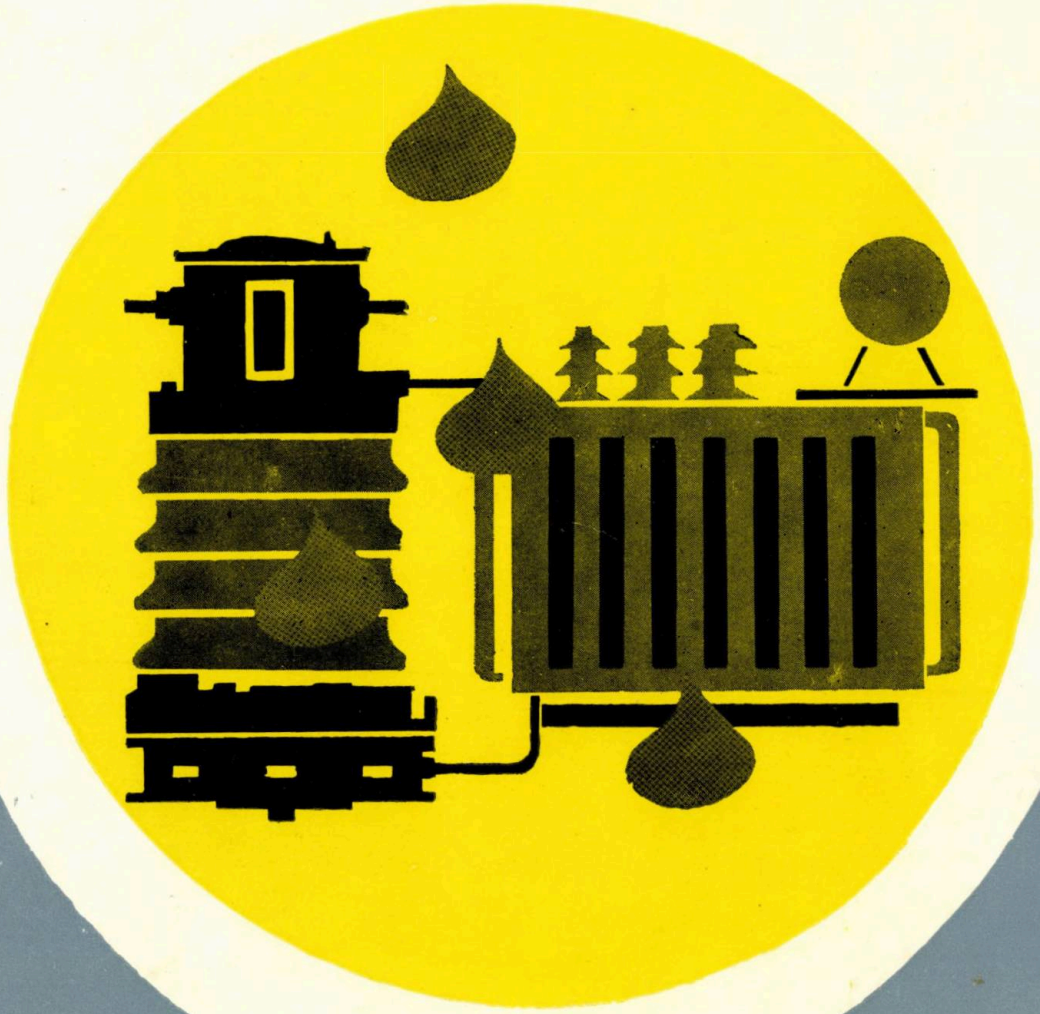
Uleiul pentru transformatori fabricat în România, din ţiţeiuri selecţionate cu procedee moderne, se caracterizează prin proprietăţi, care le conferă o utilizare prelungită, fără formare de gudroane:

- stabilitate la oxidare;
- temperatură de congelare scăzută;
- rigiditate dielectrică;
- tangentă a unghiului de pierderi corespunzătoare.

PECO comercializează pe piaţa internă iar I.S.C.E-PETROLEXPORT pe pieţele externe, uleiul de transformator românesc în specificaţii de calitate conform:

BS_{148}, IS_{335}, VDE_{0370}

Livrarea se efectuează în butoaie de 220 l.



E 1445

VOL. XXI. Nr. 2
februarie 1970

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacţia: Bd. N. Bălcescu, 16 • Telefon 16.78.78 • BUCUREŞTI • ROMÂNIA

OROSZLÁNOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR

CUPRINS

P. Duţescu şi L. Turculeţ: **Contribuţii la studiul litofacial al depozitelor tortoniene şi bugloviene din zona Iaşi-Botoşani (platforma est-europeană)** 71—74

S. Dumitrescu: **Telemăsurarea parametrilor de la talpa sondei în cursul procesului de foraj** 75—80

G. Tănăsescu: **Metode moderne de control nedistructiv al materialului tubular** 81—90

G. Manolescu şi E. Soare: **Influenţa presiunii exterioare orientate, asupra dinamicii umflării mineralelor argiloase şi a agregatelor lor, Umflarea în condiţii atmosferice. I.** 91—98

I. Pantea şi Al. Stan: **Noi interpretări ale variaţiilor de volum şi de presiune observate la coloană, ca urmare a modificării regimului termic din sondă** 99—103

F. Pană, I. Zîrnă, E. Welther şi M. Barbul: **Relaţii între modificările structurale ale catalizatorilor silice-alumină şi activitatea lor de craeare a cumenului** 104—110

T. Iost, T. Filotti şi G. Kalmuţchi: **Aspecte ale chemosorbţiei diverselor gaze pe catalizatori de tip Pt/Al_2O_3. I. Chemosorbţia hidrogenului** 111—116

C. Savu, C. Giavarini şi F. Pochetti: **Determinarea parafinicităţii uleiurilor cu ajutorul analizei termice diferenţiale** 117—122

NOTE TEHNICE 123

ŞTIRI DIN ÎNTREPRINDERI 98

CRONICĂ 124

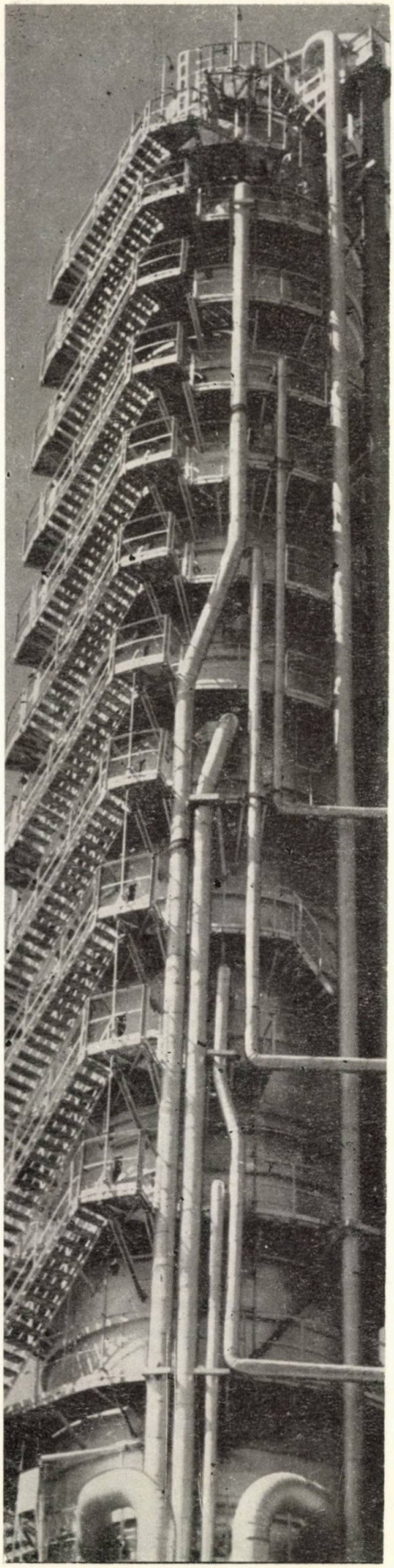
SCURTE ŞTIRI 124—125

DOCUMENTARE 126—128

Fotografia de pe coperta I reprezintă:

Vedere parţială a instalaţiei de Reformare Catalitică—Rafinăria Brazi

COMITETUL DE REDACŢIE
Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. GH. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. GH. GEORGESCU, econ. E. MARES, prof. dr. docent ing. G. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. G. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUŞCOIU, ing. N. ROŞCA, ing. N. STOIANOV, ing A. ZBEREA, ing. GH. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ
Redactor
ing. **Aurelia Buricatu**



Industria producătoare de țiței din România, prin procedee moderne de automatizare catalitică și de extracție selectivă, obține *toluen, xilen, ortoxilen și benzen* cu înalt grad de puritate, materie primă de cea mai bună calitate pentru industria chimică.

PECO comercializează pe piața internă, iar I.S.C.E PETROLEXPORT pe pieţele externe, produsele cromatice prin via tera și via mare, în vrac și ambalate în butoaie metalice de 220 l.

PETROLEXPORT

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

CONTENTS

P. Duţescu, L. Turculeţ: **Contributions to the lithofacial study of the Tortonian and Buglovian deposits in the Iaşi-Botoşani zone (East European Platform).** 71—74

S. Dumitrescu: **The telemeasuring of parameters at the bottom of the well during the drilling process** 75—80

G. Tănăsescu: **Up-to-date methods for the non-destructive control of tubular material** 81—90

G. Manolescu, E. Soare: **The influence of the external pressure directed towards the swelling dynamics of the clay minerals and their aggregates** 91—98

I. Pantea, Al. Stan: **Some new interpretations of volume and pressure variations noticed in the column as a result of changes in the thermic regime in wells** 99—103

F. Pană, I. Zîrnă, E. Welther, M. Barbul: **Relations between the structural changes in silica-alumina catalysts and their cumen cracking activity** 104—110

I. Iost, T. Filotti, G. Kalmuţchi: **Aspects concerning the chemosorption of different gases on Pt/AL_2O_3 type catalysts** 111—116

C. Savu, C. Giavarini, F. Pochetti: **Determining the paraffinity of oils by means of the differental thermic analysis** 117—122

P. Duţescu, L. Turculeţ: **Contributions to the lithofacial study of the Tortonian and Buglovian deposits in the Iaşi — Botoşani zone (East European Platform)**

The paper presents in the light of drilling data, the stratigraphy, lithofacies and distribution area of Buglovian and Tortonian deposits. On the basis of the micro- and macrofaunistic contents, the existence of Buglovian and Tortonian deposits is established and the facial zones are delimited along the East-West direction. The sedimentation conditions are described and the important rôle played by the pretortonian relief in the facies distribution is emphasized.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 71
D.C. 551.782.13

S. Dumitrescu: **The telemeasuring of parameters at the bottom of the well during the drilling process**

The necessity occurs during the well drilling process to permanently measure and control both the drilling technological parameters of the layers traversedby the borehole.

The „in situ" knowledge of these parameters will permit to increase in the near future the economic efficiency of the drilling and extraction processes by its automation and optimizing.

The paper analyses the possibility of transferring the informations from the bottom to the surface during the drilling process by the physically available communication channels, in the case of drilling performed with table, turbodrill, electrodrill, flexiodrilling.

Some suggestions are made concerning the choice of a multichanel telemeasuring system and the description is given of a system conceived by the authors for transmitting to the surface one or several parameters with their selection in time, with the automatic compensation of the measuring errors caused by the variation in temperature and feed voltage on the analogous-frequency converters used in the well equipment.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 75
D.C. 622.241.8

I. Pantea, Al. Stan: **Some new interpretations of volume and pressure variations noticed in the column as a results of changes in the thermic regime in wells**

In the light of observations made in the field, the authors present some aspects of the variations in volume and pressure of fluids closed in annular spaces as a result of the modification of thermic regime in the well.

The analytical expressions of the pressure and volume variations are established and the way of estimating the values involved in these expressions is pointed out. A reticular nomogram with normal scales to be used for estimating in the field the values analysed is described.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 99
D.C. 622.241.8

F. Pană, I. Zîrnă, E. Welther, M. Barbul: **Relations between the structural changes in silica-alumina catalysts and their cumen cracking activity**

The changes undergone by the textural and catalytic properties of some industrial microspheric cracking catalysts as a result of several thermic and hydrothermic (steam) treatments are discussed.

By determining the apparent activation energies and the specific activities in the cumen cracking reaction, it has been seen that the thermic and hydrotermic desactivations differ from each other not only as concerns the speed at which they take place, but also the nature of changes occurred.

The hydrothermic desactivation takes place more rapidly and produces more profound changes in gel nature, probably involving the modification of both the number and nature of active centers. The different action of the thermic and hydrothermic treatments is supposed to be the result of some different desactivation mechanisms.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 104
D.C. 66.092.4 :547.535.1

СОДЕРЖАНИЕ

П. Дуцеску, Л. Туркулец: **К вопросу литофациального изучения тортона и буглована в зоне Яссы-Ботошань. (Восточно-Европейская Платформа).** 71—74

С. Думитреску: **Телеизмерение параметров у забоя скважины во время процесса бурения.** 75—80

Г. Тэнэсеску: **Современные методы недиструктивного контроля трубных изделии.** 81—90

Г. Манолеску, Е. Соаре: **Влияние внешнего давления ориентированного над динамикой вздутья глинистых минералов и их агрегатов** 91—98

И. Пантя, Ал. Стан: **Новая интерпретация изменении объема и давления наблюдаемых в результате термического режима в скважине.** 99—103

Ф. Панэ, И. Зырнэ, Е. Велтер, М. Барбул: **Соотношения между структурными изменениями катализаторов из кремнезема-глинозема и их работа по крекингу кумена.** 104—110

И. Иост, Т. Филотти, Г. Калмуцки: **Аспекты по хемосорбции различных газов на катализаторах типа** Pt/Al_2O_3 111—116

К. Саву, К. Жиаварини, Ф. Покетти: **Определение парафинности масел при помощи термического дифференциального анализа.** 117—122

П. Дуцеску, Л. Туркулец: **К вопросу литофациального изучения тортона и буглована в зоне Яссы-Ботошань. (Восточно-Европейская платформа).**

В работе приводятся, на основании буровых данных, стратиграфия, литофации и площадь распределения отложении буглована и тортона. На основании микро и макрофаунистического содержания устанавливается наличие отложении буглована и тортона и разграничиваются фациальные зоны по восточно-западному направлению. Выявляются условия образования осадочных пород и отмечают значительную роль которую сыграл претортоновый рельеф в распределении фации

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 71
Д. К. 552.782.12.

С. Думитреску: **Телеизмерение параметров у забоя скважины во время процесса бурения.**

В процессе бурения скважин появляется потребность измерения и постоянного контроля, как технологических параметров бурения так и геофизических параметров пластов проходимых забоем. Распознавание этих параметров позволит в ближаишем будущем повышение экономического эффекта процесса бурения и добычи путем его автоматизации и оптимизации. В статье анализируется возможность передачи информации из забоя скважины на поверхность во время процесса бурения через каналы сообщения существующие физически, в случае применения бурения посредством: массы, турбобура, электробура и флексобурения. Даются рекомендации по выбору системы многоканалового телеизмерения и приводится система созданная автором для передачи на поверхность одного или нескольких параметров, селекционирование их в продолжении времени, автоматическая компенсация погрешностей измерения температуры и напряжения питания на преобразователе применяемых в аппаратуре скважины.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2., p. 75
Д. К. 622.241.8.

И. Пантя, Ал. Стан: **Новая интерпретация изменении объема и давления наблюдаемых в результате термического режима в скважине**

В результате практических приисковых наблюдении, описываются аспекты в связи с изменениями объема и давления флюидов содержащихся в кольцовом пространстве вследствии изменения термического режима в скважине. В работе устанавливаются аналитические выражения изменении давления и объема, указывая на метод оценки величин которые входят в эти выражения. Для приисковых исчислении анализированных величин дается номограмма в обычном маштабе.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 99
Д. К. 622.241.8

Ф. Панэ, И. Зырнэ, Е. Велтер, М. Барбул: **Соотношения между структурными изменениями католизаторов из кремнезема-глинозема и их работа по крекингу кумена.**

Обсуждаются изменения появляющиеся в текстуральных и каталитических свойствах ряда крекинговых микросферных, промышленных катализаторах, в результате ряда термических и гидротермических (пар) обработок. Из определении видимой энергии активации и активации специфичных крекинговой реакции, выявили что термическая и гидротермическая дезактивация отличается не только скоростью с которой она создается, но и родом появляющихся изменении. Гидротермическая дезактивация происходит скорее и дает более глубокие изменения в натуре геля, влеча за собой вероятно не только изменения числа, но и натуры активных центров. Предполагают что различное действие термической и гидротермической обработки является следствием ряда различных механизмов дезактивации.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 104
Д. К. 66.092.4;547.531.1.

INHALT

P. Duţescu, L. Turculeţ: **Beiträge zu litofazialen Untersuchung der Torton-und Buglovlagerstätten in der Zone Iaşi-Botoşani (Osteuropäische Plattform)** 71—74

S. Dumitrescu: **Fernmessung der Parameter an der Bohrlochsohle während des Bohrprozesses** 75—80

G. Tănăsescu: **Moderne zerstörungsfreie Werkstoffprüfung des Röhrenmaterials** 81—90

G. Manolescu, E. Soare: **Einfluss des Aussendrucks ausgerichtet auf die Schwellungsdynamik der tonhaltigen Mineralien und deren Aggregate** 91—98

I. Pantea, Al. Stan: **Neue Bewertungen der Volumen-und Druckschwankungen an der Rohrfahrt, als Folge der Veränderungen der Wärmebedingungen in der Sonde** 99—103

F. Pană, I. Zîrnă E. Welther, M. Barbul: **Beziehungen zwischen den strukturellen Veränderungen der Silizium-Aluminkatalysatoren und deren Aktivität bei der Kumenkraekung** 104—110

I. Iost, T. Filotti, G. Kalmuţchi: **Aspekte der Chemosorbtion verschiedener Gase auf Katalysatoren Typ Pt/Al_2O_3** 111—116

C. Savu, C. Giavarini, F. Pochetti: **Bestimmung der Paraffinität der Öle mit Hilfe der differentialen thermischen Analyse.** 117—122

P. Duţescu, L. Turculeţ: **Beiträge zur litofazialen Untersuchung der Torton-und Buglovlagerstätten in der Zone Iaşi-Botoşani (Osteuropäische Plattform)**

Auf Grund der, durch Bohrungen ermittelten Daten werden die Stratographie, die Litofazies und der Verteilungsbereich der Buglov-und Tortonlagerstätten dargelegt. An Hand des Mikro-und Makrofaunagehalts wird das Vorhandensein der Buglov-und Tortonlagerstätten festgelegt und in ostwestlicher Richtung die Fazieszonen abgesteckt. Es werden die Absetzungsbedingungen erläutert und die wichtige Rolle des prätorianischen Reliefs bei der Faziesverteilung hervorgehoben.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 71
D.K. 551.782.13

S. Dumitrescu: **Fernmessung der Parameter an der Bohrlochsohle während des Bohrprozesses**

Während der Niederbringung der Sonden ergiebt sich die Notwendigkeit einer unablässigen Messung und Kontrolle der technologischen Bohrparmeter wie auch der geophysikalischen Parameter der durchbohrten Schichten.

Die Kenntnis dieser Parameter „in situ" wird in nächster Zukunft eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Bohr-und Förderarbeiten durch deren Automation und Optimlgestaltung ermöglichen.

Der Verfasser analysiert die Möglichkeit der Übertragung von Informationen von der Bohrlochsohle an die Oberfläche während des Bohrprozesses durch bestehende physikalische Übertragungskanäle wie, im Falle der Bohrung: Bohrtisch, Turbobohrer, Elektrobohrer und Flexobohren.

Es werden Empfehlungen zur Auswahl des Mehrkanal-Fernmessystems gegeben und ein vom Verfasser entwickeltes System dargelegt, mit dessen Hilfe ein oder mehrere Parameter an die Oberfläche übertragen, zeitlich ausgewählt und die Messfehler automatisch ausgeglichen werden können, Fehler, die durch die Temperatur-und Spannungsschwankungen bedingt, die Messungen der, in der Sondenappartur verwendeten Analogfrequenzwandler beeinträchtigen können.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 75
D.K. 622.241.8

I. Pantea, Al. Stan: **Neue Bewertungen der Volumen-und Druckschwankungen an der Rohrfahrt, als Folge der Veränderungen der Wärmebedingungen in der Sonde**

Auf Grund der praktischen Beobachtungen im Bohrfeld wird das Problem der Volumen-und Druckschwankungen der Flüssigkeiten innerhalb des Ringraums erörtert, die als Folge der Veränderungen der Wärmebedingungen in der Sonde auftreten.

Die Verfasser legen die analytischen Ausdrücke der Druck-und Volumenschwankungen fest und erläutern die Bewertungsweise der Grössen, die sich in diesen Ausdrücken ergeben.

Für die Bewertung der analysierten Grösse im Bohrfeld wird ein Netznomogramm mit Normalmasstäben angegeben.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 99
D.K. 622.241.8

F. Pană, I. Zîrnă, E. Welther M. Barbul: **Beziehungen zwischen den strukturellen Veränderungen der Silizium-Aluminkatalysatoren und deren Aktivität bei der Kumenkrackung**

Die Verfasser erläutern die Veränderungen, die als Folge thermischer und hydrothermischer Behandlungen, die texturalen und katalytischen Eigenschaften einiger industrieller mikrosphärischer Krackkatalysatoren beeinflussen.

Aus der Bestimmung der scheinbaren Aktivierenergien und der spezifischen Wirkung der Krackreaktion des Kumens geht hervor, dass die thermische und hydrothermische Entaktivierung sich nicht nur durch die Vorgangsgeschwindigkeit sondern auch durch die Art der eingetretenen Änderungen unterscheidet. Die hydrothermische Entaktivierung verläuft rascher und bewirkt tiefgreifender Veränderungen in der Art des Gels, wodurch wahrscheinlich auch eine Veränderung der Zahl und der Art der aktiven Zentren eintritt. Die unterschiedliche Wirkung der thermischen und hydrothermischen Behandlung scheint das Ergebnis verschiedener Entaktivierungsmechanismen zu sein.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 104
D.K. 66.092.4:547.535.1

SOMMAIRE

P. Duţescu, L. Turculeţ: **Contributions à l'étude lithofaciale des dépôts tortoniens et bugloviens de la zone Iaşi-Botoşani (Plateforme Est-Européenne)** 71—74

S. Dumitrescu: **La télémesure des paramètres au fond de la sonde au cours du processus de forage** 75—80

G. Tănăsescu: **Méthodes modernes pour le contrôle non-destructif du matériel tubulaire** 81—90

G. Manolescu, E. Soare: **L'influence de la pression extérieure orientée vers la dynamique du gonflage des minéraux agrgileux et dd leurs agrégats** 91—98

I. Pantea, Al. Stan: **Nouvelles interprétations des variations de volume et de pression intervenues dans la colonne par suite de la modification du régime thermique de la sonde** 99—103

F. Pană, I. Zîrnă, E. Welther, M. Barbul: **Relations entre les modifications structurales des catalyseurs silice-alumine et leur activité de cracking du cumen** 104—110

I. Iost, T. Filotti, G. Kalmuţchi: **Aspects de la chémosorption des différents gaz sur des catalyseurs du type Pt/Al_2O_3** 111—116

C. Savu, C. Giavarini, F. Pochetti: **Détermination de la paraffinité des huiles à l'aide de l'analyse thermique différentielle** 117—122

P. Duţescu, L. Turculeţ: **Contributions à l'étude lithofaciale des dépôts tortoniens et bugloviens de la zone Iaşi — Botoşani (Plateforme Est-Européenne).**

On présente, à la lumière des données relatives au forage, la stratigraphie, les lithofaciès et l'aire de distribution des dépôts bugloviens et tortoniens. Sur la base du contenu micro- et macrofaunistique on établit l'existence des dépôt bugloviens et tortoniens et on délimite sur la direction est-ouest, les zones faciales. On met en évidence les conditions de sédimentation et on fait ressortir le rôle important joué par le relief prétortonien dans la distribution des faciès :

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 71
C.D. 551.782.13

S. Dumitrescu: **La télémesure des paramètres au fond de la sonde au cours du processus de forage**

Dans le processus de forage des sondes, il apparaît nécessaire de mesurer et de contrôler de façon permanente les paramètres technologiques du forage, aussi bien que les paramètres géophysiques des couches traversées par le trou de la sonde.

La connaissance „in visu" de ces paramètres permettra, dans un proche avenir, d'accroître l'efficience économique du processus de forage et d'extraction par l'automatisation et l'optimisation de celui-ci.

On analyse la possibilité de transférer à la surface, durant le processus de forage, les informations du fond de la sonde, par les canaux de communication existant physiquement dans le cas du forage effectué par : la table, le turbobur, l'électrobur et le flexoforage.

On fait des recommandations concernant le choix du système de télémesure multicanal et on présente un système conçu par l'auteur en vue de transmettre à la surface un ou pluiesurs paramètres avec sélection de ceux-ci dans le temps, avec compensation automatique des erreurs de mesure dues à la variation de la température et à la tension d'alimentation sur les convertisseurs analogue-fréquence utilisés dans l'appareillage de sonde.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 75
C.D. 622.241.8

I. Pantea, Al. Stan: **Nouvelles interprétations des variations de volume et de pression, intervenues dans la colonne par suite de la modification du régime thermique de la sonde**

Les observations effectuées au chantier ont permis d'élucider certains aspects des variations du volume et de la pression des fluides renfermés dans les espaces annulaires par suite de la modification du régime thermique de la sonde.

On établit les expressions analytiques des variations de pression et de volume, et on indique la manière d'évaluer les valeurs qui interviennent dans ces expressions.

Pour estimer au chantier les valeurs analysées, on présente un nomogramme réticulaire à échelles normales

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 99
C.D. 622.241.8

F. Pană, I. Zîrnă, E. Welther M. Barbul: **Relations entre les modifications structurales des catalyseurssilice-alumine et leur activité de cracking du cumen**

On discute les modifications interven-es dans les propriétés texturales et catalytiques de certains catalyseurs de cracking microsphériques industriels, comme résultat de certains traitements thermiques et hydrothermiques (à vapeurs).

Il ressort de la détermination des énergies d'activation apparentes et des activités spécifiques de la réaction de cracking du cumen, que la désactivation thermique et hydrothermique diffère non seulement par la vitesse avec laquelle elles se produisent, mais aussi par la nature des modifications intervenues La désactivation hydrothermique se produit plus rapidement et entraîne des transformations plus profondes dans la nature du gel, impliquant probablement la modification non seulement du nombre, mais aussi de la nature des centres actifs. L'action différente des traitements thermique et hydrothermique est supposée être le résultat de mécanismes de désactivation différents.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 2, p. 104
C.D. 66.092.4 :547.535.1

Contribuţii la studiul litofacial al depozitelor tortoniene şi bugloviene din zona Iaşi—Botoşani (platforma est-europeană)

P. Duţescu
L. Turculeţ

Partea situată la vest de Prut a platformei est-europene formează una din unităţile geologice ale ţării (platforma Moldovenească) care au făcut obiectul unor întinse cercetări geologice pentru hidrocarburi, cercetări ce s-au dezvoltat an de an, printre multiplele metode de cercetare folosindu-se şi forajul de prospecţiune de mică adîncime.

Executarea pe suprafaţa acestei unităţi a unui număr însemnat de asemenea foraje a facilitat obţinerea unor date geologice, interesante, care vin să completeze imaginea geologică cunoscută anterior, în special din lucrările întocmite [4, 5].

Din lucrările geologice existente se cunoaşte faptul că depozitele sedimentare din partea centrală şi de nord a platformei Moldoveneşti aparţin la trei cicluri de sedimentare : un ciclu de sedimentare în care s-au depus depozitele siluriene, un ciclu în care s-au depus depozitele de vîrstă cretacic-superioară şi un ultim ciclu, în care a avut loc acumularea depozitelor miocene.

Ciclul de sedimentare al depozitelor miocene a fost precedat, ca şi celelalte două cicluri, mai vechi, de o fază de exondare a platformei, astfel încît transgresiunea cu care a început ciclul de sedimentare miocen a avut loc pe suprafaţa unui uscat cu un relief relativ pronunţat, ceea ce a determinat importante variaţii de facies, atît pe direcţie nord-sud, cît mai ales pe direcţia est-vest.

Se cunoaşte, de asemenea, faptul că depozitele tortoniene şi bugloviene sînt acoperite de formaţiuni mai tinere, astfel încît studiul variaţiilor faciale al acestor depozite în zona Iaşi-Botoşani nu s-a putut face decît pe baza informaţiilor geologice obţinute din sondele de prospecţiune sau de explorare săpate în această zonă.

Analiza complexă a acestor informaţii a scos în evidenţă unele aspecte interesante referitoare la variaţiile faciale şi biostratigrafia depozitelor tortoniene şi bugloviene, aspecte ce vor fi evidenţiate în această lucrare.

Tortonianul

Cele mai vechi depozite miocene cunoscute în regiunea centrală şi de nord a platformei aparţin tortonianului. Ele au fost identificate şi studiate în deschideri naturale şi în forajele executate în scopuri economice.

Depozitele tortoniene sînt cunoscute în deschideri naturale, în partea de nord a Moldovei, la Crasnaleuca [6, 1] fiind dezvoltate în facies recifal. Aici, tortonianul se dispune transgresiv peste depozite de vîrstă cretacică şi debutează printr-un orizont de conglomerate în care predomină elementele calcaroase şi aglomerările de silex, cimentate într-un liant calcaros.

În sectorul de nord al platformei Gh. Bîgu [1], pe baza datelor de foraj a divizat tortonianul în trei orizonturi : un orizont inferior format din nisipuri cu silexuri şi gresii, un orizont mediu format din calcare grezoase care trec spre vest în ghipsuri şi un orizont superior format din calcare cu lithothamnium. Pe baza datelor geologice obţinute din forajele analizate de autori s-a putut stabili prezenţa în zonă a depozitelor tortoniene superioare, dezvoltate în două faciesuri : un facies calcaros-recifal, în est, şi un facies lagunar în partea vestică a zonei, între cele două faciesuri existînd o zonă de tranziţie în care faciesurile se întrepătrund (fig. 1).

a) *Faciesul calcaros recifal.* Acest facies se dezvoltă în partea de est a zonei, formînd o bandă continuă ce a putut fi urmărită prin foraje începînd de la est de oraşul Botoşani, unde are o lăţime de 6 km, pînă la sud de Socola, unde are o lăţime de 4 km.

Rocile care intră în componenţa acestui facies sînt reprezentate prin calcare cu lithothamnium, calcare cenuşii-albicioase, calcare şi marnocalcare gresose, gresii, microconglomerate, calcare organogene şi calcare cenuşii, compacte, cu elemente rulate de silex. Se întîlnesc, de asemenea, în proporţie redusă, intercalaţii sau lentile de marne cenuşii, stratificate, cu resturi de plante incarbonizate şi forme de macrofaună bine conservate. Atît pe direcţie nord-sud, dar mai ales pe direcţie est-vest, există frecvente variaţii de facies, astfel încît în unele zone calcarele şi marnocalcarele trec lateral în marne cu intercalaţii grezoase. În zona de la nord de localitatea N.Bălcescu, în extremitatea estică a zonei de distribuţie a faciesului calcaros recifal, s-a observat în secţiunea verticală a sondelor că intercalaţiile de marne tufacee şi de gresii devin foarte frecvente, calcarele reprezentînd procentual numai 20% din grosimea totală a depozitelor tortoniene.

Dacă pe verticală variaţiile faciale nu sînt aşa de pronunţate şi au mai mult caracter local, pe orizontală aceste variaţii capătă o impor-

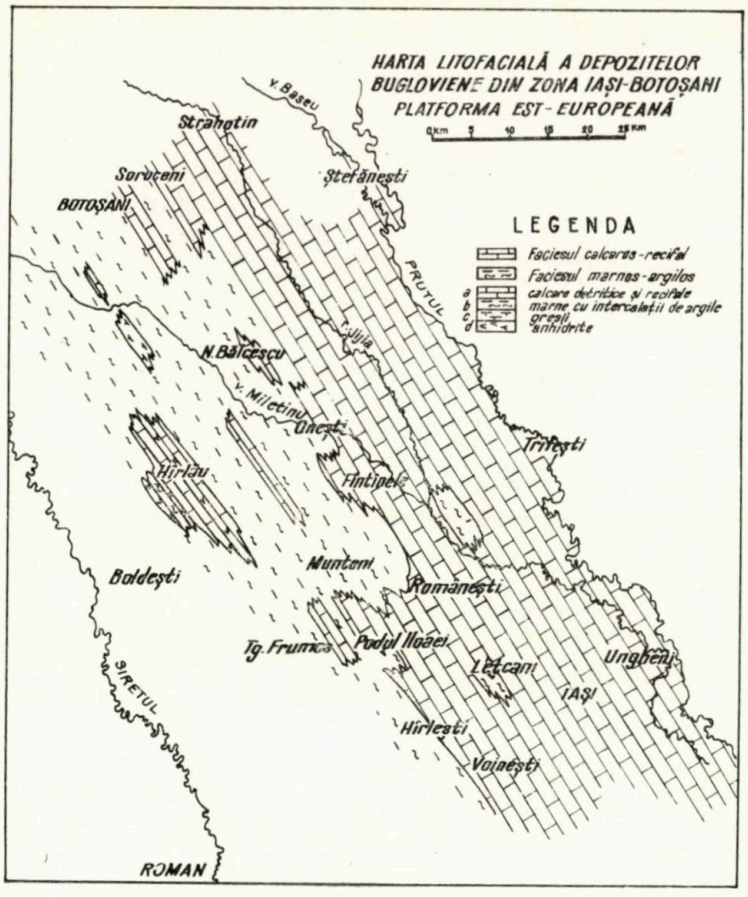


Fig. 1

tanță regională. Astfel, de la o linie care unește localitățile Soroceni în nord și Letcani în sud, spre vest, faciesul calcaros este înlocuit progresiv printr-un facies de tranziție, în care predomină marnocalcarele și marnele ghipsifere, în alternanță cu marne și cu niveluri de anhidrit; la vest de linia Botoșani-Cornești depozitele tortoniene sînt reprezentate aproape exclusiv prin anhidrite.

În profilul sondelor săpate în Zona Botoșani s-a întîlnit în baza seriei calcaroase un orizont cu grosimi reduse (1—5 m) format din gresii cenușii, conglomerate și nisipuri cu silex. Acest orizont bazal al tortonianului a fost remarcat [5] și la Crasnaleuca, precum și în partea de nord a Moldovei [3]. Spre sud, însă, acest orizont nu-și mai păstrează caracterele litologice din zona Botoșani, fiind înlocuit de calcare și gresii calcaroase, astfel încît separarea lui de orizontul de calcare nu mai este posibilă. Acest orizont a mai fost sesizat în sondele săpate în raza satului Onești, unde are un facies gresos-marnos, și în zona satului Letcani, unde are un facies gresos-conglomeratic.

Orizontul mediu și cel superior separate [3] în partea de nord a platformei, nu au mai putut fi separate ca atare, din cauza similitudinii faciale, deși la partea superioară a complexului calcaros a fost întîlnit, în unele zone, un orizont format aproape exclusiv din calcare cu lithot hamnium, care ar putea fi echivalat cu orizontul superior.

b) *Faciesul lagunar*. Acest facies se dezvoltă la est de linia Soroceni-Letcani și are ca component litologic principal anhidritul, în care se întîlnesc intercalații sporadice și de grosimi reduse de marne cenușii, cu filme nisipoase și argile ghipsifere. Sub microscop, anhidritul se prezintă sub forma unor cristale alungite, de dimensiuni variabile, asociate în agregate, la care se adaugă cristale fine și aciculare, observîndu-se treceri de la anhidrit la ghips și uneori la alabastru. Intercalațiile pelitice cresc însă ca frecvență spre partea inferioară a tortonianului.

Și aici, ca și în zona facială precedentă, s-a întîlnit aproape pretutindeni în baza tortonianului un orizont cu o grosime redusă (1—3 m) format din gresii cenușii, gresii microconglomerate și conglomerate cu silex, echivalentul orizontului inferior.

În acest caz, complexul anhidritic reprezintă echivalentul orizontului mediu și superior separate de Gh.Bîgu (1965) în nord. Ca grosime, întreg complexul de roci din acestă zonă facială variază de la 58 m, în zona Hîrlău, la 30 m, în zona Letcani. Spre vest, tortonianul se îngroașă treptat, la complexul anhidritic adăugîndu-se noi termeni litologici.

Din nivelurile marnoase s-au determinat forme de *Pecten cfr. elegans. Andrs, Pecten cfr. lilli Pusch, Pecten cfr. neumayri. Hilb. Pecten sp., Corbula gibba. Ol. Cardium cfr. praechinatum Hilb, Serpula gregalis Eichw, Briozoare* și fragmente de *Echinide*.

Analiza probelor extrase din tortonian a dat următoarea asociație microfaunistică[1]:

Bulimina pupoides d'Orb
Bulimina aculeata d'Orb
Bulimina elongata d'Orb
Cibicides mexicanus Nuttall
Cibicides pseudoungerianus Cush
Candorbulina universa Jedlitschica
Cassidulina margareta Karrer
Elphidium macellum Fichtet. Moll
Globigerinoides conglobatum H.B. Brady
Gyroidina soldanii d'Orb
Lagena sulcata Walker et Jacob
Nonion pompiloides Des Ficht et Moll
Nonion granosum d'Orb
Pullenia bulloides d'Orb
Reussella spinulosa Reuss
Russella miocenica Cush
Spiroplectammina anectens Park St. Jon

1 Analizele micropaleontologice au fost executate de I. Costea.

Spiroplectamina dentata A l t h.
Uvigerina mexicana N u t a l l
Briozoare și Spiculi de Spongieri

Această asociație microfaunistică este caracteristică pentru tortonianul superior și e similară cu asociația microfaunistică întîlnită în orizontul marnelor cu *Spirialis* din Subcarpați. Nu au fost găsite indicații faunistice asupra tortonianului inferior și mediu, ceea ce permite afirmația că transgresiunea tortoniană a început în zona estică a platformei la sfîrșitul tortonianului mediu.

Bugloviannul

Lipsa unor date complete asupra caracterelor litologice și faunistice ale depozitelor bugloviene din sectorul vestic al platformei moldovenești, unde aceste depozite sînt acoperite de altele mai tinere, nu a permis stabilirea faciesului și a ariei lor de distribuție pe cea mai mare parte a zonei de platformă de la vest de Prut.

Aceste depozite sînt cunoscute din sondele săpate la Nicolina-Iași și Todireni și în deschiderile naturale din malul drept al Prutului, între Ștefănești și granița de nord a R.S.R. [1,5].

După acești autori, bugloviannul din malul drept al Prutului are aceeași componență litologică ca cel întîlnit în forajele de la Nicolina-Iași și Todireni și este reprezentat în profilul de la Movila Ruptă, unde bugloviannul are o dezvoltare completă, prin calcare recifale cu *Serpula gregalis*, *Echinide*, *Briozoare* și mulaje de diverse specii de cardium și modiola, marne calcaroase, bentonite și marne argiloase conținînd aceeași faună.

Studiul întreprins de noi asupra unui mare număr de carote extrase din sondele săpate în regiunea Iași-Botoșani ne-a permis să aducem unele contribuții privind componența litologică și aria de distribuție a depozitelor bugloviene.

În distribuția sa regională, bugloviannul prezintă în această zonă două faciesuri : un facies calcaros-recifal în est și un facies marnos-argilos în partea de vest a zonei (fig. 2).

a) Faciesul calcaros-recifal a fost întîlnit în partea de est a zonei formînd o bandă continuă, care poate fi urmărită paralel cu malul drept al Prutului începînd de la paralela orașului Botoșani și pînă la sud de paralela orașului Iași. Acest facies are în componența sa litologică calcare recifale cu Serpula, calcare fin granulare detritice și calcare *oolitice* în alternanță cu niveluri subțiri de argile sau marne cenușii-negricioase, cu numeroase resturi de plante incarbonizate. Calcarele recifale și calcarele detritice sînt formate în cea mai mare parte din mulaje de *Cardium lithopodolicum* D u b., *Cardium ruthenicum* H i l b, *Ostrea sp.*, *Cerithium*

Fig. 2

rubiginosum E i c h w, *Ervilia podolica* E i c h w, *Ervilia podolica Var. dissita* E i c h w, *Hydrobia sp.*, *Cardium preplicatum* H i l b, *Cardium barbotensis* M a c.

Această faună este similară cu cea descrisă de N. M a c a r o v i c i în profilul de la Movila Ruptă, din malul drept al Prutului și cu cea din sondele de la Nicolina-Iași și Todireni, fiind caracteristică pentru buglovian. Coloana stratigrafică a bugloviannului, așa cum e prezentă [5], în malul Prutului sau în zona Iași, nu poate fi generalizată în toată zona Iași-Botoșani, din cauza variațiilor de facies, foarte pronunțate de la o zonă la alta.

Faciesul calcaros trece spre vest prin intermediul unui facies marnos-calcaros în marne și argile, din care cauză nu se poate vorbi de o limită tranșantă între cele două faciesuri. Există o evidentă întrepătrundere între ele, astfel încît limita vestică a faciesului calcaros este sinuoasă. Noi am trasat această limită ca o linie care ar trece prin localitățile Sorocени-Onești-Romanești—Horlești—Voinești. Imediat la vest de această linie, calcarele apar numai ca intercalații, cu dezvoltare locală, iar mai spre vest buglovianul este reprezentat, aproape exclusiv, prin marne și argile.

b) *Faciesul marnos-argilos.* Acest facies a fost reperat în partea de vest a zonei Iași-Boto-

şani şi ocupă suprafaţa cuprinsă între localităţile Botoşani şi Tg. Frumos. El se caracterizează prin predominarea marnelor cenuşii compacte, în general fără stratificaţie, care conţin fragmente de plante incarbonizate şi resturi de faună. În alternanţă cu marnele se întîlnesc lentile sau intercalaţii de nisipuri, niveluri de calcare detritice şi de gresii cenuşii fine sau grosiere ce cresc ca frecvenţă de la vest spre est. Acolo unde argilele şi marnele sînt stratificate, se întîlnesc aglomerări de resturi de plante şi, adesea, lentile de cărbune. În cadrul zonei de distribuţie a acestui facies, se mai întîlnesc rare intercalaţii de calcare şi marnocalcare precum şi niveluri de anhidrit, uneori faciesul marnos-argilos fiind invadat de calcare şi marno-calcare, aşa cum se prezintă situaţia în zonele Hîrlău, Podul Iloaiei şi la vest de Soroceni.

Din nivelele de marne, argile şi calcare au fost colectate numeroase forme de macrofaună, din care cu concursul profesorului N. Macarovici, am determinat :

— *Cardium lithopodolicum* Dub.; *Cardium ruthenicum* Hilb; *Cardium barbotensis* Mac; *Cardium transcarpaticum*- Grischk; *Cardium inspinatum* Grischk; *Ervilia dissita* Eichw; *Hydrobia sp.*; *Mactra eichwaldi Lask var bugloviensis*; *Syndesmya reflexa* Eichw; *Serpula gregalis var concina* Eichw; *Trochus afinis* Eichw.

După conţinutul macrofaunistic şi, în parte, şi după componenţa litologică, depozitele bugloviene pot fi paralelizate cu cele descrise de N. Macarovici (1958) la Iaşi şi în malul drept al Prutului (Movila Ruptă).

Din cele prezentate pînă aici se desprind următoarele concluzii :

Depozitele tortoniene superioare şi bugloviene sînt dezvoltate în două faciesuri : un facies calcaros-recifal, în est, şi un facies lagunar, în vest, respectiv un facies calcaros-recifal, în est, şi un facies marnos-argilos, în vest, raporturile dintre cele două faciesuri fiind caracterizate prin prezenţa unei zone de tranziţie în care faciesurile se întrepătrund.

Din analiza compoziţiei litologice şi faunistice a acestor etaje, se desprinde ideea că depozitele respective s-au acumulat în condiţiile unei mări epicontinentale, puţin adîncă, în care, spre sfîrşitul buglovianului, au existat tendinţe de îndulcire.

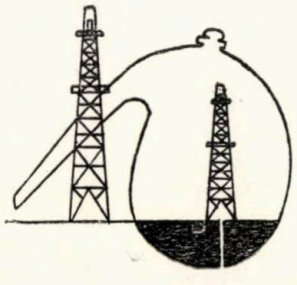
Distribuţia faciesurilor pe suprafaţa platformei este o consecinţă a configuraţiei morfologice a bazinului şi a condiţiilor batimetrice şi climaterice. Aceşti factori au influenţat depunerea cu intensitate mai mare a depozitelor carbonatice în apropiere de ţărm, unde apa avea o adîncime mică, şi a rocilor pelitice în zonele mai depărtate de ţărm, în condiţiile unei ape mai adînci şi mai liniştite.

Depunerea faciesului lagunar al tortonianului superior, în zone mai vestice, trebuie legată de existenţa unei faze de regresiune, dar şi de existenţa unui relief pretortonian, relativ pronunţat, care a favorizat formarea unor lagune marginale, a căror comunicare cu restul mării a fost temporar întreruptă, creîndu-se în felul acesta, condiţiile optime pentru concentrarea apei în sulfat de calciu şi precipitarea lui.

Existenţa materialului eruptiv în cuprinsul depozitelor tortoniene şi bugloviene, fie sub formă diseminată, fie sub formă de orizonturi subţiri de tufuri, susţine existenţa unei intense activităţi vulcanice în domeniul carpatic.

BIBLIOGRAFIE

1. Atanasiu, I. şi Macarovici, N. Sedimentele miocene ale părţii septentrionale a Moldovei (Dep. Dorohoi, Botoşani, Iaşi). În **An. Com. Geologie XXIII**, 1950.
2. Gheorghiu, C., Bîgu, Gh. şi Radu, O. Date noi cu privire la stratigrafia depozitelor sedimentare din nordul Moldovei, Regiunea Rădăuţi-Prut, Darabani. În: Analele Universităţii, Bucureşti, 1961.
3. Bîgu, Gh. Variaţiile litofaciale ale formaţiunilor tortoniene din Nordul Moldovei, în comparaţie cu acelea din partea de vest a U. R. S. S. şi R. P. Polonă. Societatea de Ştiinţe naturale şi Geografie, **III**, Bucureşti, 1965.
4. Macarovici N., Paghida, N. şi Ionesei-Cehan Bica. Microfauna miocenă din fundamentul podişului central Molodovenesc. **An. Şt. al.** „Univ. Alex. I. Cuza" Iaşi, **III**, 1957.
5. Macarovici, N. şi Jeanrenaud, P. Revue générale du néogéne de Platforme de la Moldovie. În: An. **St. Univ.** „Alex. I. Cuza", Iaşi, IV, 1958.
6. Simionescu, I. Constituţia geologică a ţărmului Prutului din Nordul Moldovei. Acad. Rom. Public. fond, Adamachi. Bucureşti, 1902.
7. Turculeţ, L. Raport geologic asupra lucrărilor de foraj structural executate în regiunea Iaşi-Botoşani. În: Arh. M. I. P., Bucureşti, 1963.



Telemăsurarea parametrilor de la talpa sondei în cursul procesului de foraj

S. Dumitrescu

În cursul procesului de foraj apare necesitatea de a cunoaşte atît parametrii de foraj propriu-zişi, ca : sarcina axială (apăsarea pe sapă), cuplul, momentul de încovoiere, acceleraţia axială, acceleraţia unghiulară, presiunea în interiorul garniturii de foraj şi presiunea în spaţiul inelar, cît şi parametrii geofizici ai stratelor străbătute de gaura de sondă.

În ceea ce priveşte măsurarea parametrilor geofizici sînt cunoscute procedeele ce utilizează fie stocarea informaţiilor în aparatul de sondă, fie transmiterea acestora la suprafaţă, utilizînd drept canal de legătură cu suprafaţa cablul de carotaj mono- sau multiconductor, utilizat la lansarea aparatului în gaura de sondă.

Ambele soluţii prezintă avantaje şi dezavantaje specifice, astfel :

Sistemul de stocare a informaţiilor geofizice în aparatul introdus în gaura de sondă prin intermediul prăjinilor de foraj permite măsurarea valorilor reale ale parametrilor stratului, înainte ca acestea să fie denaturate de procesul de colmatare (al noroiului de foraj).

Totodată se elimină imobilizarea suplimentară a sondei pentru efectuarea măsurărilor geofizice, extragerea datelor stocate în aparatul de sondă făcîndu-se o dată cu schimbarea sapei.

Stocarea informaţiilor în acest caz se poate realiza pe peliculă fotografică, pe bandă magnetică sau pe memorie cu ferite.

Principalul dezavantaj al sistemului de stocare în aparatura de sondă îl constituie faptul că rezultatele măsurării nu este cunoscut decît după ce s-a extras aparatul la suprafaţă, neputîndu-se controla funcţionarea dispozitivului de sondă şi nici interveni pentru schimbarea parametrilor de măsură în raport cu condiţiile de teren (sensibilitate, lungimea dispozitivului etc.).

În plus, lungimea pe care se efectuează operaţia de înregistrare e limitată de capacitatea purtătorului (bandă sau memorie cu ferite).

În cazul telemăsurării parametrilor geofizici ai stratelor, cu ajutorul cablului de carotaj, aceste dezavantaje dispar, dar costul operaţiei de măsură se măreşte atît ca urmare a imobilizării sondei, cît şi datorită costului destul de mare al cablului utilizat la lansare.

În cursul procesului de foraj cu masa, se pierde posibilitatea utilizării cablului de carotaj drept canal de legătură, iar utilizarea procedeelor de telemăsură specifice metodelor geofizice nu mai este posibilă.

În această situaţie apare posibilitatea fie de a stoca informaţiile în dispozitivul de măsură, aşa cum s-a arătat mai înainte, fie de a găsi un alt canal de legătură, care să permită transmiterea continuă a informaţiilor de la talpă la suprafaţă atît în ceea ce priveşte litologia stratelor străbătute, cît şi procesul de foraj însuşi.

Cunoaşterea în orice moment a acestor mărimi va permite automatizarea procesului de foraj cu menţinerea unui regim optim.

În prezent, parametrii de foraj sînt măsuraţi cu ajutorul unei aparaturi ale cărei traductoare sînt plasate la suprafaţă, pe podul sondei. De aceea, informaţiile obţinute au un caracter de „suprafaţă", neveridic şi de multe ori eronat.

Dintre metodele de telemăsură ce se pot utiliza la transmiterea continuă a informaţiilor de la talpa sondei la suprafaţă, se pot enumera :

1) metode hidraulice ;
2) metode acustice ;
3) metode radiotelemetrice.

Sistemul hidraulic de transmitere a informaţiilor sub forma unor pulsuri de noroi are dezavantajul unui nivel de zgomot ridicat şi al unei viteze reduse de transmitere a informaţiilor.

Sistemul este utilizat pentru măsurarea înclinării găurii de sondă, pentru determinarea numărului de încărcături trase la aparatele de perforare etc.

Metodele acustice de telemăsură utilizează drept canal de legătură coloana noroiului de foraj, în care se excită impulsuri sonice, modulate de informaţiile culese de traductoarele plasate în dispozitivul de sondă.

La suprafaţă, aceste impulsuri sînt culese tot de traductoare sonice, demodulate şi înregistrate de o aparatură corespunzătoare.

Sistemul nu a depăşit faza încercărilor de laborator, pe de o parte, din cauza faptului că informaţia transmisă suferă o atenuare cu atît mai mare, cu cît frecvenţa sa creşte, iar, pe de altă parte, datorită posibilităţii transmiterii în timp a unei mari cantităţi de informaţie, ca urmare a caracterului exponenţial al amortizării undelor emise.

Sistemul radiotelemetric de transmisie a informaţiilor de la talpă la suprafaţă utilizează drept canal de legătură coloana de prăjini, aşa cum se vede din figura 1.

Semnalul se culege între gaura de sondă şi electrodul *8*.

Distanţa de la gura sondei la electrodul *8* este de 0,02 — 0,06 din adîncimea sondei propriu-zise. Astfel, pentru o sondă cu adîncime de 5 000 m, această distanţă are o valoare cuprinsă între 200 şi 300 m, nefiind critică.

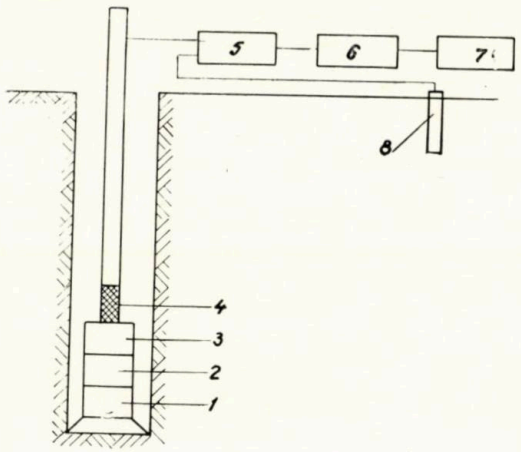


Fig. 1.

1 — traductoare; *2* — modulatoare; *3* — amplificator ieşire; *4* — izolator electric (textolit); *5* — receptor (amplificator); *6* — demodulator; *7* — înregistrator; *8* — electrod captor.

Cercetările efectuate [3] au arătat că lungimea porţiunii izolate influenţează în mare măsură valoarea semnalului cules la suprafaţă în intervalul 0 — 5 m. Mărirea mai departe a părţii izolate nu duce la o creştere substanţială a semnalului cules la suprafaţă. Valoarea părţii izolate a garniturii de prăjini poate fi considerată de aproximativ 8 m.

Pentru calculul parametrilor electrici ai sistemului de telemăsură, canalul de legătură se poate asimila cu o linie lungă, cu constante concentrate, de mică rezistenţă şi de mare conductanţă, aşa cum se arată în figura 2.

În această schemă prin R_0 şi G_0 s-au notat rezistenţa lineică şi, respectiv, conductanţa lineică de pierderi a liniei.

Caracteristica de frecvenţă a unui astfel de canal purtător de informaţie este puţin studiat în prezent sub aspect practic.

Pentru frecvenţe destul de joase ale semnalului transmis, cînd se pot neglija elementele reactive ale parametrilor distribuiţi ai liniei, expresia curentului în sarcină la capătul de recepţie al liniei I_l va fi :

$$I_l = I_0 \, e^{-\gamma \cdot l} \qquad (1)$$

în care :

γ este constanta de propagare :

$$\gamma = \alpha + j\beta = \sqrt{z \cdot y};$$

I_0 — curentul debitat de sursa de semnal pe linie,

l — lungimea liniei.

Constanta de propagare pentru frecvenţe joase coincide cu coeficientul de atenuare α, care, la rîndul său, depinde de materialul coloanei, de dimensiunile sale geometrice, precum şi de rezistivitatea mediului înconjurător.

Curentul I_l, definit prin expresia (1), creează o diferenţă de potenţial între gura sondei şi electrodul de captare.

Această diferenţă de potenţial U_s se aplică panoului de suprafaţă, unde, după amplificare şi demodulare, este înregistrată pe un purtător adecvat.

Din teoria propagării undelor electromagnetice, se ştie că atenuarea acestora în scoarţa terestră este cu atît mai mare, cu cît frecvenţa este mai mare şi invers.

Din acest punct de vedere, se impune alegerea unei frecvenţe joase, pentru purtătoare, dar prin aceasta scade raportul semnal util şi semnal parazit.

La alegerea frecvenţei purtătoare mai trebuie avut în vedere faptul că atenuarea acesteia depinde de rezistivitatea stratelor geologice străbătute şi că raportul optim semnal zgomot se deplasează în domeniul frecvenţelor joase atunci cînd rezistivitatea stratelor scade. Pe de altă parte, trebuie avută în vedere prezenţa de-a lungul canalului de legătură a unui puternic fond de paraziţi produs de armonicele frecvenţei industriale de 50 Hz. Pe baza acestor consideraţii se recomandă alegerea frecvenţei purtătoare a modulatorului în banda 69—475 Hz [5].

Pentru măsurarea diferiţilor parametri de la talpa sondei, se utilizează un număr corespunzător de traductoare, atît de tip parametric, cît şi generatorii [7].

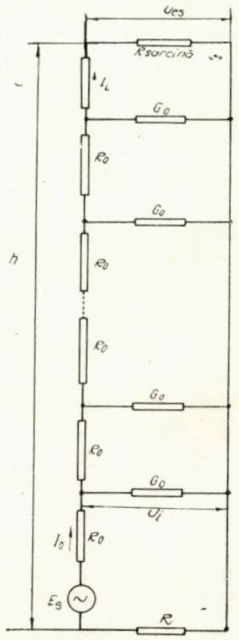


Fig. 2.

Semnalele culese de traductoare sînt, de regulă, amplificate şi atacă intrarea unor etaje modulatoare.

Pentru transmiterea informaţiilor de la dispozitivul de sondă la panoul de suprafaţă, sînt posibile două sisteme de telemăsură multicanal :

— sistemul de selecţie în frecvenţă, în care informaţiile culese se transmit simultan la suprafaţă, fiecăreia fiindu-i afectată o frecvenţă purtătoare, modulaţia putînd fi de amplitudine ($M\,A$), de frecvenţă ($M\,F$), de fază ($M\,P$) sau în cod de impulsuri ($M\,I$);

— sistemul cu selecţie în timp, în care informaţiile se transmit succesiv în timp, cu ajutorul unui sistem de comutare acţionat sincron cu sistemul selector din panoul de suprafaţă.

În sistemul multicanal de transmitere a informaţiilor de la talpă în cursul procesului de foraj, folosind drept canal de legătură coloana de prăjini, utilizarea sistemului de telemăsură

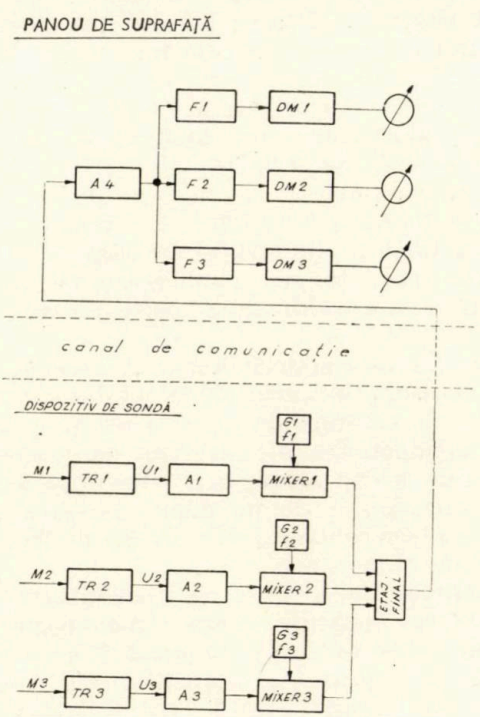


Fig. 3.

cu selecţie de frecvenţă este îngreuiată de următoarele considerente :

a) fiecărui canal corespunzător unui parametru măsurat îi este afectată o frecvenţă purtătoare, a cărei valoare trebuie să fie de cel puţin 5—10 ori mai mare decît cea mai mare frecvenţă a semnalului ce urmează a fi transmis, condiţie greu de asigurat în domeniul frecvenţelor joase ;

b) în plus, spectrul de paraziţi produs de armonicele frecvenţei reţelei de forţă, este greu de scos din semnalul util ;

c) principala dificultate apare însă în menţinerea constantă a frecvenţelor purtătoare a generatorilor aferenţi fiecărui canal, în condiţiile specifice găurilor de sondă (temperatura mediului ambiant pînă la 200°C vibraţii, şocuri, variaţii ale tensiunilor de alimentare etc.).

În figura 3 se prezintă schema-bloc a sistemului de telemăsură cu selecţie în frecvenţă, unde prin M_1, M_2, M_3 s-au notat mărimile neelectrice ce trebuie măsurate, cu TR_1 TR_2, TR_3 — traductoarele corespunzătoare ce transformă mărimile neelectrice în mărimi electrice, A_1, A_2, A_3, — amplificatoarele destinate a mări nivelul semnalului la o valoare suficientă pentru a asigura adîncimea de modulaţie necesară pentru modularea generatorilor G_1, G_2, G_3, avînd frecvenţele purtătoare respectiv f_1, f_2 şi f_3.

Semnalul poate fi transmis la suprafaţă modulat în amplitudine, în frecvenţă sau în impulsuri. După amplificare în A_4 şi după separarea canalelor cu ajutorul filtrelor de bandă F_1, F_2, şi F_3, informaţiile utile sînt demodulate şi înregistrate pe un purtător adecvat (de regulă, peliculă fotografică — cu ajutorul unui foto-înregistrator cu galvanometre).

În schema prezentată s-a admis că parametrii ce se măsoară simultan sînt în număr de trei. Studiile efectuate de diferiţi autori [B] arată că, din cauza neliniarităţii caracteristicilor elementelor ce intervin în calea comună a sistemului de telemăsură (în special amplificatorul final din dispozitivul de sondă), numărul maxim al semnalelor ce pot fi transmise simultan în sistemul de telemăsură cu selecţie în frecvenţă şi modulaţie în frecvenţă ($M\ F$), a purtătoarei nu poate fi mai mare de 4.

Sistemul de telemăsură cu selecţie în timp a informaţiilor culese de la talpa sondei are posibilităţi cu mult mai mari, fiind în parte lipsit de neajunsurile semnalate în cazul sistemului de telemăsură cu selecţie în frecvenţă.

Schema-bloc a acestui sistem este prezentată în figura 4.

Particularitatea acestui sistem constă în prezenţa circuitului de comutare ce asigură distribuţia semnalelor de la traductoare la canalul comun de modulare. Informaţia culeasă de la fiecare traductor este transmisă pe linia de comunicaţie împreună cu un semnal de sincronizare, ce acţionează schema de comutare din

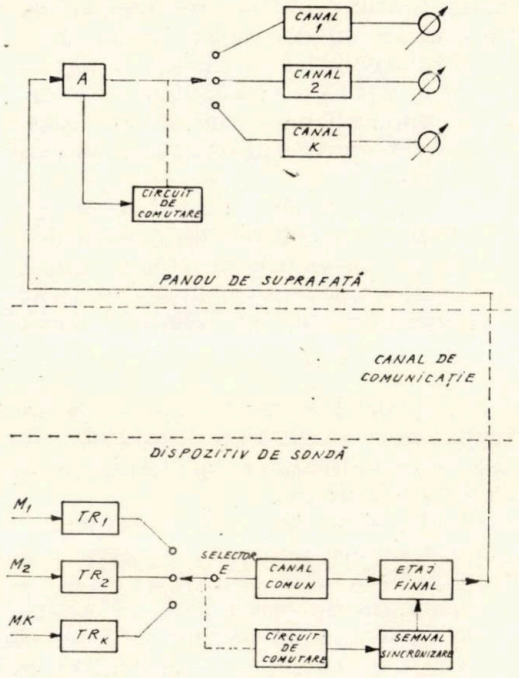


Fig. 4.

panoul de suprafaţă, asigurînd trecerea semnalelor la canalele respective.

Comutarea canalelor în panoul de suprafaţă şi al traductorilor în dispozitivul de sondă se

poate realiza cu unul dintre mijloacele enumerate :

a) comutatoare cu ploturi „pas cu pas" ;

b) comutatoare cu came acţionate de un mecanism melcat ;

c) fotoelemente comutate de un fascicul luminos ;

d) comutatoare electronice în scheme de impulsuri.

Sistemele de comutare mecanice, care admit o viteză de rotaţie de ordinul a 50—60 rot/s, nu se pot utiliza în cazul în care mărimea a cărei valoare trebuie transmisă are variaţii mai rapide de 25—30 Hz.

De asemenea, dispozitivele mecanice de comutare sînt o importantă sursă de paraziţi electrici, care limitează nivelul inferior al tensiunii comutate.

Sistemele de comutare cu circuite electronice asigură o viteză de comutare de ordinul a 10^6 ori pe secundă. Ele au însă dezavantajul că sînt puternic influenţate de condiţiile de temperatură ale găurilor de sondă.

În legătură cu aceasta trebuie amintit faptul că, în cursul procesului de foraj, circulaţia noroiului în jurul aparatului de sondă plasat în interiorul prăjinilor produce o răcire a acestuia, uşurîndu-i condiţiile de lucru, temperatura noroiului circulat în raport cu temperatura mediului „deschis" prin foraj fiind cu cîteva zeci de grade mai mică.

Canalul comun conţine, de regulă, un etaj amplificator şi un convertor analog-frecvenţă.

Transformarea oricărei variaţii a unei mărimi fizice într-o variaţie corespunzătoare de frecvenţă, cu ajutorul unor traductoare adecvate, este o metodă ce prezintă numeroase avantaje cunoscute [B].

Aceste avantaje sînt însă parţial umbrite de faptul că, în condiţiile temperaturilor ridicate, existente în găurile de sondă adînci, convertorii analog-frecvenţă utilizaţi în acest scop dau indicaţii eronate, sub influenţa combinată a variaţiilor de temperatură şi a tensiunilor de alimentare.

Diferite procedee de înlăturare a acestor deficienţe, ca : stabilizarea tensiunilor de alimentare şi termostatarea aparaturii de sondă, nu dau rezultate sigure.

Procedeul propus de autor în prezentul articol înlătură aceste dezavantaje, prin aceea că transmite pe linia de transmisie avută la dispoziţie un ansamblu de mai multe informaţii, fiecare informaţie a unui traductor fiind urmată de un semnal de corecţie corespunzător efectului variaţiei temperaturii şi tensiunii de alimentare asupra convertorului de frecvenţă folosit. La suprafaţă, semnalul util, conţinînd informaţia şi semnalul parazit, produs de variaţiile necontrolate ale temperaturii şi ale tensiunilor de alimentare asupra convertorului analog-frecvenţă, sînt comparate cu semnalul — de corecţie produs de convertorul analog-frecvenţă „de control", identic cu primul şi asupra căruia factorii perturbatori enunţaţi acţionează în acelaşi sens.

Aparatura de măsură utilizată în gaura de sondă pentru realizarea acestui procedeu este alcătuită dintr-unul sau din mai multe traductoare, fiecăreia dintre ele fiindu-i alocaţi doi convertori de tip analog-frecvenţă, dintre care unul primeşte tensiunea analogă de la ieşirea traductorului, iar celălalt convertor „de control" este alimentat la intrare de la aceeaşi sursă ca şi primul traductor, cu o tensiune astfel reglată, încît în momentul în care la intrarea primului traductor nu se aplică semnal, frecvenţele la ieşirea celor două convertoare să fie egale.

Două circuite-poartă închid şi deschid alternativ accesul semnalelor de la cei doi convertori spre o cale comună de amplificare şi, prin cele două conductoare ale cablului de carotaj în panoul de la suprafaţă, cu o frecvenţă de repetiţie determinată de un circuit bistabil şi un circuit de sincronizare, sincronizat de frecvenţa reţelei de alimentare.

Pentru ca impulsurile de sincronizare corespunzătoare fiecăruia dintre frecvenţele celor doi convertori comutaţi să poată fi separate de acestea la suprafaţă, semnalul care comandă cele două circuite-poartă este întîrziat cu o durată convenabil aleasă, cu ajutorul a două circuite de întîrziere.

În figura 5 se prezintă schema-bloc a dispozitivului de fund şi a panoului de suprafaţă echipat cu un singur traductor, iar în figura 6 aceeaşi schemă, în cazul utilizării a două sau a mai multor traductoare.

Dispozitivul de fund *1* conţine un număr de unu sau două traductoare, *3* şi *3 a* (poate fi realizat în principiu cu un număr oricît de mare de traductoare, multiplicînd în mod corespunzător schema-bloc prezentată în figura 5), care măsoară diferiţi parametri cu ajutorul unei scheme electronice compusă din două circuite-poartă, *4* şi *5*, ce determină accesul alternativ al semnalelor de la un convertor analog-frecvenţă activ *6* şi de la un convertor analog-frecvenţă „de control" *7*, la un amplificator comun *8* şi de aici, printr-un etaj de adaptare *9*, pe canalul de transmis la un panou de suprafaţă.

Cele două circuite-poartă *4* şi *5* sînt comandate de impulsurile de la un circuit bistabil *10*, cu o frecvenţă de repetiţie determinată de un circuit de formare a impulsurilor de sincronizare *11*.

În scopul asigurării unui decalaj în timp între impulsul de sincronizare emis de circuitul de formare a impulsurilor de sincronizare *11* printr-un transformator *13*, pe cablul de carotaj *2* şi semnalele corespunzătoare de frecvenţă $f_1 \pm \Delta f_1$ emis de convertorul analog-frecvenţă *6* sau semnalul de frecvenţă f_1, emis de converto-

rul analog — frecvență *7*, între circuitul bistabil *10* și circuitul-poartă *4*, respectiv circuitul-poartă *5*, se introduce cîte un circuit de întîrziere al impulsurilor *14* și *15*.

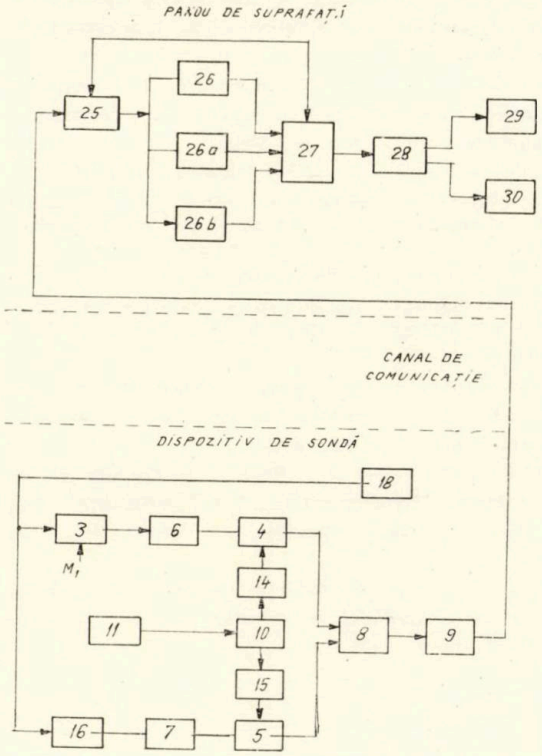


Fig. 5.

Alimentarea traductoarelor *3* și *3a*, precum și a celor două divizoare de tensiune *16* și *17* se realizează de la o sursă de alimentare *18*, valoarea acestor divizoare fiind astfel aleasă, încît, în lipsa unui semnal la intrare a traductoarelor *3* și *3a*, cele două frecvențe de la ieșirea convertorului analog-frecvență activ și „de control" să fie egale.

În cazul în care se utilizează două traductoare *3* și 3a, ca în figura 6, schema-bloc prezentată în figura 5 se modifică, introducîndu-se în plus niște circuite bistabile *19*, *20*, două circuite-poartă *21* și *22*, și două amplificatoare, *23* și *24*, care permit ca la fiecare impuls de sincronizare emis de circuitul de formare *11*, pe cablul *2* la suprafață, circuitul bistabil *19* să comande circuitele bistabile *10*, *10 a* și *20*, ultimul condiționînd accesul semnalelor de traductoarele *3*, *3a*, prin circuitele-poartă *21* și *22*, la amplificatorul comun *8*, etajul de adaptare *9* și prin linia de transmisiuni (coloana de prăjini) la suprafață.

Perechile de semnale sosite succesiv de la traductoarele *3* și *3a* prin cablul de carotaj *2*, la suprafață, sînt distribuite, după durata dintre impulsul de sincronizare și semnal, de către un bloc de selectare *25*, unor canale de măsură *26*, *26a* și prin selectorul *27*, ce lucrează sincron cu blocul de selectare *25*, sînt aplicate unui frecvențmetru electronic numeric obișnuit *28*, de unde valorile măsurate ies sub formă numerică și analogă, spre a fi înregistrate de înregistratorul pe bandă perforată *29* și, respectiv, de hîrtia foto, pe un fotoînregistrator *30*.

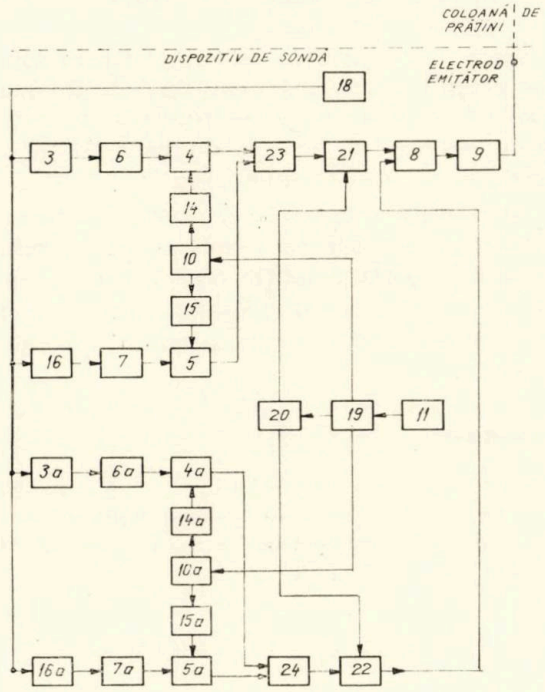


Fig. 6.

Schema dispozitivului de fund este astfel aranjată, încît în cursul unui ciclu complet de funcționare, compus din două impulsuri, în cazul utilizării unui traductor și din patru impulsuri, în cazul utilizării a două traductoare, transmite la suprafață informațiile în ordinea următoare :

a) un impuls de sincronizare, emis de circuitul de formare *11* prin transformatorul *13* urmat, după o pauză determinată de circuitul de întîrziere *14*, de un semnal de frecvență $f_1 \pm \Delta f_1$ produs de convertorul analog-frecvență *6* ;

b) un impuls de sincronizare emis de circuitul de formare *11*, o pauză determinată de circuitul de întîrziere *15* și un semnal de frecvență f_1 emis de convertorul analog-frecvență martor *7* ;

c) un impuls de sincronizare emis tot de circuitul de formare *11*, urmat de o pauză determinată de circuitul de întîrziere *14a* și de un semnal de frecvență $f_2 \pm \Delta f_2$, ce corespunde acțiunii traductorului *3a*, asupra convertorului analogfrecvență *6a* ;

d) un impuls de sincronizare produs de circuitul *11*, o pauză determinată de circuitul de întîrziere *15 a* și un semnal de frecvență f_2,

ce corespunde convertorului analog-frecvență de control *7a*.

Procedeul propus prezintă următoarele avantaje :

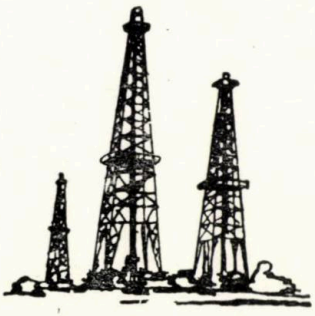
— se asigură o înregistrare lipsită de erori de măsură provocate de variația temperaturii și a tensiunii de alimentare asupra convertorilor analog-frecvență ;

— apare posibilitatea transmiterii prin coloana de prăjini a unei mari cantități de informație (avînd în vedere viteza ridicată de comutație a sistemului) culese succesiv de la un număr mare de traductoare;

— se elimină necesitatea termostatării și a alimentării stabilizate a convertorilor analog-frecvență, singura condiție cerută fiind identitatea convertorilor și plasarea lor (a celui activ și a celui de control) în condiții identice de lucru.

BIBLIOGRAFIE

1. Deily, H. F., Dareing, H. W. și colab. O nouă sculă de cercetare în foraj arată ce se petrece în gaura de sondă. În : Oil Gas J., **66**, nr. 2, 1968.
2. Sarkisov, I. K. și Litivinov, S. Ustroistvo dlia Karotaja skvajin v protesse burenia. Patent U. R. S S 150952 cls. 21 g. 30.
3. Sarkisov, I. K. și Benda, I. 1 A. Apparatura dlia issledovania peredeci elektriceskih signolov no trubom. În : Geofiziceskaia apparatura Nedra **37**, 1968.
4. Sarkisov, I. K. Krascetu i proektirovanîi Karotajnavo zonda na burilnih trubah. În : Geofiziceskaia aparatura Nedra, nr. 37, 1968.
5. Fedorov, A. S. Radiotelemetriceskîi Kanal Sviazi dliaperedaci parametrov burenia S zaboia buravoi ckvajinî. În : Geofiziceskaia apparatura **36**, 1968.
6. Marinescu, G. Soluții noi în automatizarea proceselor, tehnologice în forajul sondelor și extracția țițeiului și gazelor. Lucrare de sinteză C. D. I. C. P. București, 1968.
7. Dumitrescu, S. Metode electronice de măsură în investigarea geofizică a găurilor de sondă. În : Petrol și Gaze, nr. 10, 1968.
8. Sarkisov, K. A. Vaprosî postroenia ciastotnih Promîslovo Geofiziceskih. Teleizmeritelnîh System S. Bolșim cislom Kanalov. În : Neft i Gaz, nr. 3, 1968.
9. Dumitrescu, S. Metode numerice de măsură în investigarea geofizică a găurilor de sondă. În : Petrol și Gaze nr. 7, 1968.



Metode moderne de control nedistructiv al materialului tubular

G. Tănăsescu

1. Necesitatea și importanța controlului nedistructiv modern

Forajul la mare adîncime implică solicitări mult mai mari ale garniturilor de prăjini, ale burlanelor și ale țevilor de extracție decît cele cunoscute la sondele de pînă la 3 500 m. În plus, la sondele adînci au apărut fenomene noi, de exemplu coroziunea produsă de H_2S, de CO_2, de bacterii și de condensați, care pot duce la avarii grave ale materialului tubular cu defecte. De aceea găsirea căilor de detectare a defectelor materialului tubular rezultate din fabricație, din manipulare și din exploatare au fost studiate de numeroși specialiști, care au reușit în ultimul deceniu să dezvolte și să pună la punct aparatura și echipamentul necesare controlului nedistructiv, devenit astăzi o practică curentă, atît în uzinele producătoare de țevi, cît și în schelele de petrol și gaze.

Aparatura și echipamentele moderne de control nedistructiv pun în evidență defecte care trec neobservate la verificarea cu metodele convenționale de control a materialului tubular. Astfel, dintr-o statistică întreprinsă în S.U.A., pe baza controlului nedistructiv al unor loturi mari, a rezultat că 5,9% din țevile de extracție și 2,4% din burlanele noi au trebuit să fie eliminate din loturile controlate, datorită diferitelor defecte care nu au putut a fi detectate la controlul executat conform prescripțiilor din standardele API.

Firma AMF „Tuboscope" din S.U.A., care fabrică aparatura cea mai modernă de control nedistructiv, a stabilit o formulă a economicității controlului nedistructiv al materialului tubular, ținînd seama de procentul de material tubular care este găsit reutilizabil după control, de valoarea materialului tubular rebutat prin control și de prețul materialului nou.

Motivarea economică a adoptării unui program de control nedistructiv se bazează pe faptul constatat că toate categoriile de material tubular nou, indiferent de gradul oțelului și de tipul de ranforsare, conțin un procent ridicat de defecte. În același timp, costul rezolvării avariilor apărute în exploatare, provocate de unul sau de mai multe din aceste defecte, este mai mare, iar economisirea acestor cheltuieli se poate realiza prin efectuarea unui nou sistem de control nedistructiv.

Toate categoriile de material tubular din oțel fără cusătură, utilizate în schelele de petrol (prăjini de foraj, burlane, țevi de extracție sau țevi de conductă), necesită un control îngrijit și regulat și probe riguroase.

Prin detectarea în fază incipientă a defectelor și prin eliminarea cauzelor acestora, care pot fi datorate deficiențelor de fabricație ale materialelor noi sau folosirii de scule sau de metode necorespunzătoare de lucru, pot fi evitate accidentele și întreruperile în operațiile de foraj pentru rezolvarea instrumentațiilor.

2. Scurte considerații asupra defectelor materialului tubular

Cu toate că în ultimii ani s-au introdus la fabricarea tuburilor de oțel tehnologii și procedee foarte precise, cu un înalt grad de automatizare, cu toate măsurile de siguranță pe care le iau fabricanții de țevi, totuși mai ajung încă în schelele de petrol materiale tubulare cu defecte. În cele ce urmează se prezintă succint defectele cele mai uzuale ale materialului tubular:

a) Defectele de fabricație

În prezent, defectele obișnuite ale țevilor noi rezultate de la fabricație sînt:

— cusături nelipite de la laminare, în interior sau în exterior, longitudinale (în spirală) (fig.) 1;

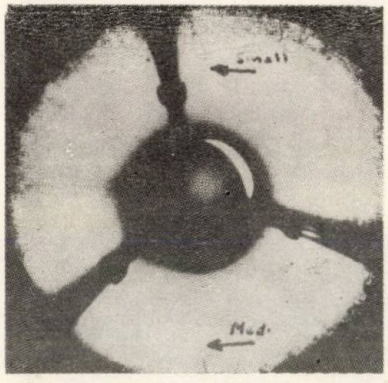


Fig. 1. Două cusături descoperite prin control optic.

— suprapuneri de material, la interior sau la exterior, longitudinale (fig. 2);

— depresiuni (adînciturі) la interior, tridimensionale;

— zgure nodulare de la procesul de laminare, longitudinale;

— dopuri (impregnații) în corpul țevii, transversale (fig. 3);
— ciupituri la interior și la exterior, tridimensionale, rezultate de la laminare;
— cute transversale;

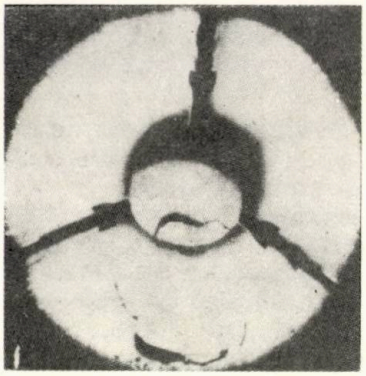


Fig. 2. Suprapunere descoperită prin control optic.

— fisuri de refulare, transversale (fig.4);
— fisuri de călire, longitudinale și transversale.

b) Defecte ce apar în timpul transportului, al manipulării și al exploatării

Cele mai cunoscute defecte care pot provoca accidente sînt:
— deteriorarea mecanică a filetelor, ca urmare a lipsei de protectoare;
— curbarea țevii în timpul depozitării sau al transportului, din cauza suporturilor necorespunzătoare;
— uzură anormală a filetului, care nu a fost curățat înainte de înșurubare, nu a fost uns suficient sau s-a folosit o unsoare necorespunzătoare;
— zgîrieturi adînci circumferențiale, în apropierea racordurilor speciale, datorate manipulării necorespunzătoare în pene și clești sau deșurubării cu cleștii și cu masa rotativă;
— prăjină îndoită lîngă capăt, din cauza cleștilor incorect montați sau ca urmare a deșurubării prăjinilor cu cleștii și cu masa rotativă;
— deformarea prăjinii, ca urmare a folosirii unor pene prea scurte sau tensionării prin așezarea prea bruscă pe pene în timpul manevrelor;
— uzura exterioară a prăjinilor de foraj, determinată în principal de natura formațiunii străbătute și de gradul de frecare prin curbura găurii de sondă. Cele mai mari uzuri apar la racordurile speciale, însă și corpul prăjinii este adeseori afectat.

Uzura exterioară poate rezulta și din frecarea prăjinilor de suprafața interioară a burlanelor, atunci cînd numărul protectoarelor de cauciuc este insuficient.

În particular, uzura excentrică a prăjinilor în lungul unei generatoare, poate avea un

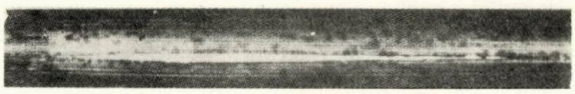


Fig. 3. Țeava de extracție. Microfotografia arată fisuri adînci la baza dopului de zgură unde s-a produs defecțiunea.

efect dezastruos. În asemenea cazuri întreaga garnitură de prăjini de foraj trebuie uneori să fie scoasă din serviciu, după săparea unei singure sonde.

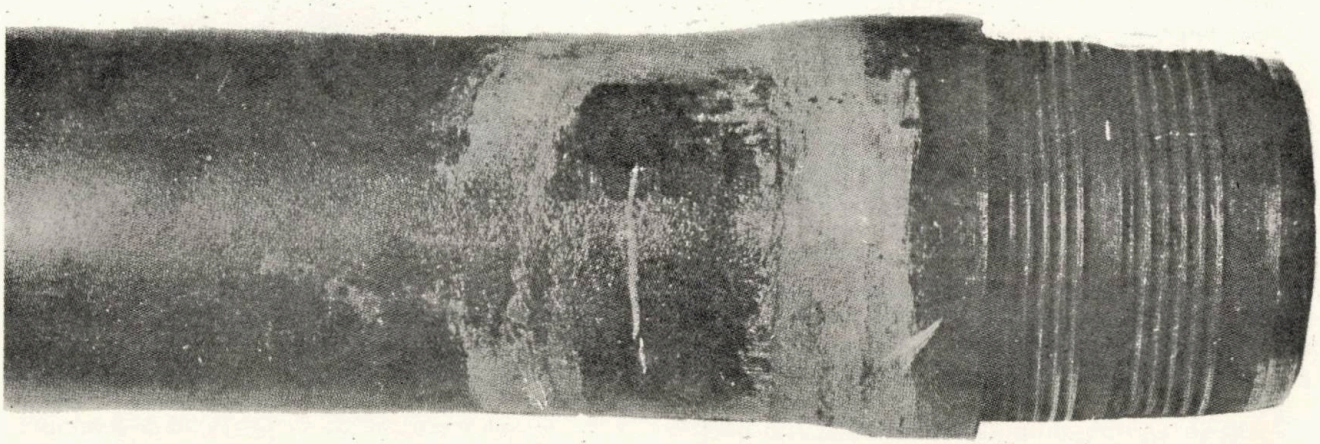


Fig. 4. Fisură transversală care s-a produs la capul prăjinii în timpul refulării.

În afară de caracterul abraziv al formaţiunilor şi de uşoarele curburi ale prăjinilor, vibraţia în garnitura de foraj este un factor important care contribuie la acest fel catastrofal de uzură. Aceasta se întîmplă la anumite viteze critice, în relaţie cu distribuţia masei. Ca rezultat al acestui fapt, garnitura de prăjini este presată forţat, în dreptul nodurilor de vibraţii, contra peretelui găurii şi este supusă la abraziune pe o singură generatoare. Acest efect se poate evita prin varierea vitezei şi observînd relaţia dintre torsiune şi viteză.

Ca regulă generală, uzura exterioară a prăjinilor de foraj poate fi considerabil redusă prin săparea găurilor cît mai vertical posibil, folosind dispozitivele de denisipare pentru curăţarea noroiului de nisip şi racorduri speciale, cu suprafeţele durificate ;

— fisurile datorate coroziunii sînt deosebit de periculoase. Acestea formează o sursă generală de accidente în schelele de petrol. Atacul corosiv asupra prăjinilor de foraj este provocat în principal de substanţele sărate, acide şi gazoase, absorbite în noroi din formaţiunile traversate şi de oxigenul dizolvat în noroi, în special, prin efectul de vibraţie al sitelor.

Prăjinile, ţevile de extracţie şi celelalte ţevi vor suferi considerabil din cauza coroziunii atmosferice, dacă sînt depozitate timp îndelungat, fără aplicarea la exterior a unui material de protecţie corespunzător. La prăjinile de foraj depozitate, se mai recomandă şi aplicarea la capete, în interior, a unui lac special (răşini epoxidice, fenolice etc.), pe o lungime de circa 1,5 m, care protejează oţelul împotriva coroziunii. În afară de aceasta conductele neprotejate sînt expuse atacului extern electric, chimic şi bactericid. În timpul transportului ţiţeiului şi al gazelor, coroziunea este, în general, cauzată de apa sărată, de CO_2 şi de H_2S antrenate de aceste fluide.

Ne vom opri mai mult asupra coroziunii datorate hidrogenului sulfurat, denumită coroziune fisurantă, întrucît această problemă a survenit o dată cu forajul sondelor de mare adîncime şi cu folosirea oţelurilor superioare gradului N — 80.

Ca şi la coroziunea prin oxidare, apa este agentul esenţial în reacţia chimică a hidrogenului sulfurat cu fierul. Hidrogenul sulfurat antrenat din formaţiunile traversate atacă oţelul oriunde se dizolvă în picăturile de apă condensate. Oţelul absoarbe hidrogenul în stare născîndă, devine fragil, ca urmare a sulfurilor şi a fisurilor produse, precum şi a reducerii ductibilităţii, ceea ce duce la o scădere catastrofală a rezistenţei normale de rupere. Oţelurile aliate care au limita elastică suficient de ridicată pentru a suporta solicitări elastice mari, deci oţelurile cu duritate mare, sînt cele mai expuse ruperilor, ca urmare a acţiunii fisurante prin coroziunea hidrogenului sulfurat.

Fragilitatea oţelului în aceste medii corosive este foarte pronunţată în cazul în care materialul tubular este supus unor eforturi ciclice, cum este cazul prăjinilor de foraj, al ţevilor de extracţie şi al prăjinilor de pompare.

Ceea ce trebuie reţinut este faptul că, în urma încercărilor de laborator şi a experimentărilor, ruperile pot fi evitate în mod normal, folosind oţeluri cu duritate mai mică decît RC 22 şi cu limita de curgere sub 63 kgf/mm^2. Această cifră este stabilită pentru concentraţii de H_2S mai mari de 15.10^{-6}.

Deocamdată, se pare că metoda cea mai eficace pentru prevenirea ruperilor datorate coroziunii de H_2S este tratamentul termic de îmbunătăţire (călire — revenire).

Recent s-a descoperit că bacteriile anaerobe pot provoca coroziunea exteriorului burlanelor.

Coroziunea cea mai costisitoare este însă aceea datorată condensaţilor, provocată de atacul unor acizi organici (acetic, propionic etc.), şi bioxidului de carbon, aflaţi în special în condensaţii sondelor de mare presiune. Asemenea cazuri s-au înregistrat în unele schele din Gulf Coast (Texas), unde sondele au trebuit să fie reparate, cheltuindu-se sume importante.

Fiecare gaură de sondă are un grad mai mic sau mai mare de deviere la verticală. Devierile sînt uneori produse intenţionat, pentru luarea unei găuri noi sau pentru a urma un anumit traiect. Ca urmare, în afară de sarcinile de tracţiune şi de torsiune, garnitura prăjinilor de foraj este supusă şi unor eforturi de încovoiere alternative, care ajung la 4 500 000 cicluri pe lună, socotind o viteză de 125 rot./min şi 25 de zile de lucru. Acţiunea aceasta de oboseală inevitabilă este întărită de efectul de coroziune de diferite grade al noroiului de foraj. Nu este deci surprinzător faptul că se produc fisuri de oboseală de coroziune, care, prin acţiunea de eroziune a noroiului de foraj, se lărgesc şi se adîncesc pînă la străpungerea peretelui, ducînd astfel la ruperi spontane. Chiar fără acţiunea de coroziune, solicitarea la eforturi alternative de încovoiere a prăjinilor de foraj, cu inevitabila concentrare a eforturilor la baza filetelor, produce fisuri şi, în final, ruperi de cepuri la racordurile speciale.

Astfel de accidente—şi, în consecinţă, instrumentaţiile — pot fi evitate numai prin controlul periodic nedistructiv al prăjinilor de foraj şi prin eliminarea prăjinilor găsite cu defecte.

3. Metode moderne de control nedistructiv al materialului tubular

În cele ce urmează ne vom ocupa numai de metodele moderne de control nedistructiv, care au o aplicare generală şi pot fi grupate astfel:

a) *Controlul vizual*, ce se execută cu echipament optic. Menţionăm că „boroscopul" sau „tuboscopul" aparţin acestui gen de echipa-

ment şi servesc la controlul interiorului ţevilor de extracţie, al prăjinilor etc. (fig 5).

Această metodă de control permite localizarea fisurilor de oboseală, a punctelor de coro-

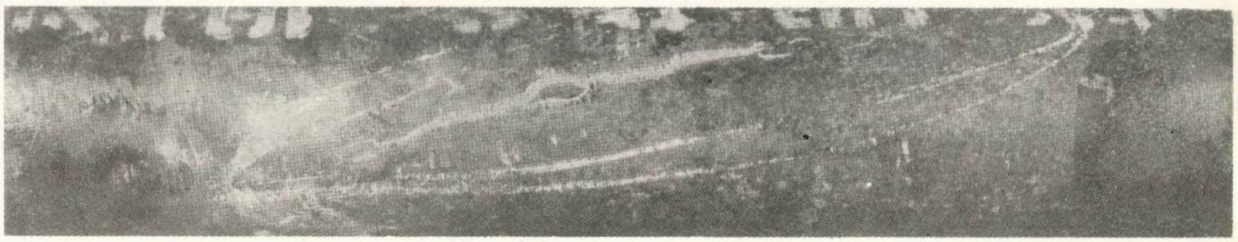


Fig. 5. Defectele găsite în ţevile de extracţie noi prin control cu Tuboscopul.

ziune şi a altor defecte care nu se pot descoperi cu ochiul liber. Ea a permis detectarea a numeroase defecte şi evitarea accidentelor. Totuşi defectele acoperite de noroi şi de produsele coroziunii nu pot fi observate cu ochiul liber. Chiar în cazul cînd prăjina este sablată, fisurile de oboseală pot scăpa acestui control.

În această categorie de control se cuprind şi alte metode de detectare a fisurilor prin lichide penetrante, metode care utilizează culori fluorescente şi altele.

b) *Controlul mecanic*, care utilizează şabloane, calibre, dispozitive pentru controlul uzurii corpului materialului tubular şi pentru controlul şi măsurarea profilului filetelor.

c) *Controlul ultrasonic*, care foloseşte pentru măsurarea caracteristicilor epruvetelor şi pentru detectarea defectelor principiile propagării undelor ultrasonice.

Metoda rezonanţei se aplică frecvent pentru măsurarea grosimii pereţilor corpurilor tubulare. Ea este folosită însă şi pentru detectarea defectelor. Astfel, instrumente de tipul reflecţiei impulsului, ca detectorul de fisuri ultrasonic Kraut Krämer şi reflectoscopul Sperry, sînt utilizate pentru detectarea unor defecte cum sînt incluziunile, intercalaţiile, suprapunerile şi fisurile.

Metoda este, de asemenea, mult utilizată pentru controlul tuturor felurilor de sudură şi mai ales pentru sudura prin contact fără aport de material a racordurilor speciale la prăjinile de foraj. Numeroase alte aplicaţii includ controlul pentru detectarea fisurilor filetelor la racordurile speciale şi la prăjinile grele.

d) *Controlul cu raze gamma* se efectuează cu echipamentul ISOLOG (fig. 6), la care fascicolul de raze gamma, produse de o sursă de radioizotopi, permite controlul grosimii peretelui tubului prin variaţia intensităţii, care se reduce proporţional cu grosimea peretelui. Intensitatea care rezultă este măsurată de un contor de scintilaţie montat diametral opus sursei de radiaţie. Dispozitivul de control, care conţine atît sursa de radiaţie cît şi contorul de scintilaţie, se roteşte în jurul tubului, efectuînd o cercetare a grosimii peretelui în lungul tubului, de la un capăt la altul pe un traiect în spirală. Informaţia rezultată din această cercetare este înregistrată la panoul de control împreună cu înregistrarea de la Sonoscop, de care ne vom ocupa mai departe.

Isologul măsoară şi înregistrează grosimea peretelui tubului cu o exactitate de 3%, ceea ce se încadrează în toleranţele API pentru greutate.

e) *Controlul magnetic*, la care distingem controlul cu particule magnetice şi controlul electromagnetic.

La metoda Magnaflux, de control cu particule magnetice, se creează un cîmp magnetic prin trecerea unui curent alternativ sau continuu printr-o bobină de magnetizare sau direct prin obiectul care se controlează, pe a

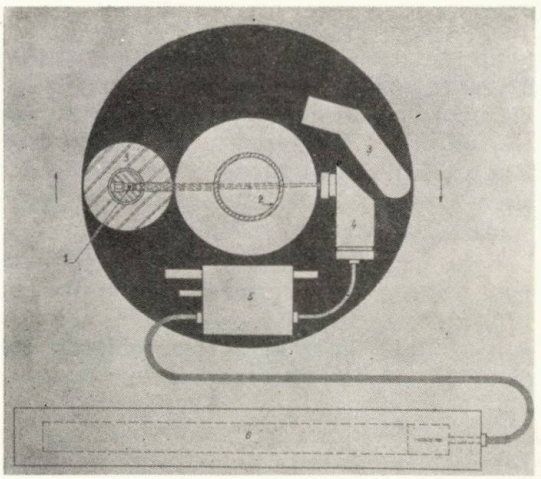


Fig. 6. Principiul controlului prin raze gamma cu Isologul:

1 – sursa razelor gamma; *2* – ţeava; *3* – carcasa; *4* – contor de scintilaţie; *5* – amplificator; *6* – înregistratorul.

cărui suprafaţă s-au aplicat particulele magnetice. În timpul aplicării, particulele pot fi suspendate în aer (metoda uscată) sau într-un lichid ca uleiul ori apa inhibată (metoda umedă). Concentrările de particule indică discontinuităţi ale materialului, ca fisuri, puncte de coroziune etc.

Metoda este mult întrebuințată, mai cu seamă pentru detectarea discontinuităților de la suprafață, în special la filete, cum sînt : fisuri de rectificare, călire și oboseală și tensiuni de coroziune.

Sesizarea adîncimii efective a defecțiunii materialului este limitată cu acest procedeu la cîțiva milimetri.

Echipamentul pentru control magnetic cu indicații electronice este cel mai modern. Din această categorie vom menționa : Sonoscope-ul, Amalog-ul, Linascan-ul, Linalog-ul și Tuboscan-ul.

Sonoscope-ul (fig. 3) este un echipament folosit atît pe schelă cît și la baze, pentru controlul țevilor de extracție, al prăjinilor de foraj și al prăjinilor de pompare.

Acest echipament este sensibil, în special, la detectarea și localizarea defectelor transversale (circumferențiale), de pe interiorul sau prin exteriorul corpului țevii și din regiunea de la capete, ca : fisuri datorate tensiunilor de coroziune, puncte de coroziune, precum și alte discontinuități mecanice, care se întîlnesc în practică.

La început Sonoscope-ul a fost folosit la controlul prăjinilor de foraj apoi s-a extins, ca urmare a avantajelor pe care le prezintă. Sistemul permite înregistrarea rapidă și continuă pe un grafic, a oricărui defect, în orice punct situat de-a lungul corpului prăjinii sau al țevii de extracție. Executarea controlului este simplă. Prăjina, spre exemplu, este magnetizată, pînă aproape de saturație, cu un cîmp magnetic activ, longitudinal. Cînd prăjina astfel magnetizată este trecută printr-o serie de detectoare speciale, orice defect al prăjinii creează o distorsiune în cîmpul magnetic. Semnalele electrice induse în detectoare sînt transmise la panoul de control, unde sînt amplificate, analizate și înregistrate pe un grafic cu ajutorul sistemului Minimax. Semnalele electrice au caracteristici diferite, în funcție de mărimea și de configurația defectului. Cele opt detectoare ale Sonoscope-ului sînt aranjate astfel, încît să acopere întreaga circumferință a prăjinii. Sistemul Minimax de analiză electronică asigură înregistrarea continuă a defectelor în orice punct situat de-a lungul prăjinii și nu permite nici o indicație falsă, fiecare punct fiind controlat simultan de două detectoare. Dispozitivul de control cu detectori este deplasat de-a lungul prăjinii sau țevii de extracție.

Pentru controlul capetelor prăjinilor de foraj se utilizează un nou instrument electronic, denumit „*Instrument electronic pentru controlul zonei de la capete*".

Accidentele din zona de la capetele prăjinii de foraj (de lîngă ranforsare și racordul special) sînt mult mai greu de evitat decît cele din mijlocul prăjinii. Oboseala, adeseori accelerată de coroziune, este prima cauză a accidentelor în zona de la capete. Măsurile încununate de succes includ căptușirea prăjinilor în interior, la capete, cu materiale plastice, spre a le proteja de coroziune, și inspectarea periodică, spre a localiza fisurile de oboseală și alte defecte, înainte de a duce la accidente.

Fisurile de oboseală sînt defecte care se produc într-un material cînd acesta este supus unor eforturi ciclice, prin aplicarea repetată și îndepărtarea sarcinii. Efortul maxim este concentrat, de obicei, chiar sub racordul special, în corpul prăjinii, la circa 700 mm de la racord. Punctele cu fisuri transversale de coroziune, cu fundul ascuțit, care adeseori există în această regiune pe suprafața interioară a țevii, concentrează aici și mai mult eforturile de oboseală.

Se știe că viteza de rotație și apăsarea pe sapă sînt factorii care influențează oboseala și, deci, durata de serviciu a prăjinilor, putînd fi controlați de operatorul de foraj.

Devierea găurii de sondă mărește probabilitatea accidentelor de oboseală, prin creșterea eforturilor de încovoiere alternativă aplicate prăjinii. Totuși, nu atît deviația totală cît gradul de schimbare a deviației are o mare influență asupra duratei de serviciu a prăjinii. Un genunchi al găurii de sondă de numai cîteva grade poate avea consecințe mai serioase decît o deviație totală mai accentuată a sondei însă cu o rază de curbură mai mare.

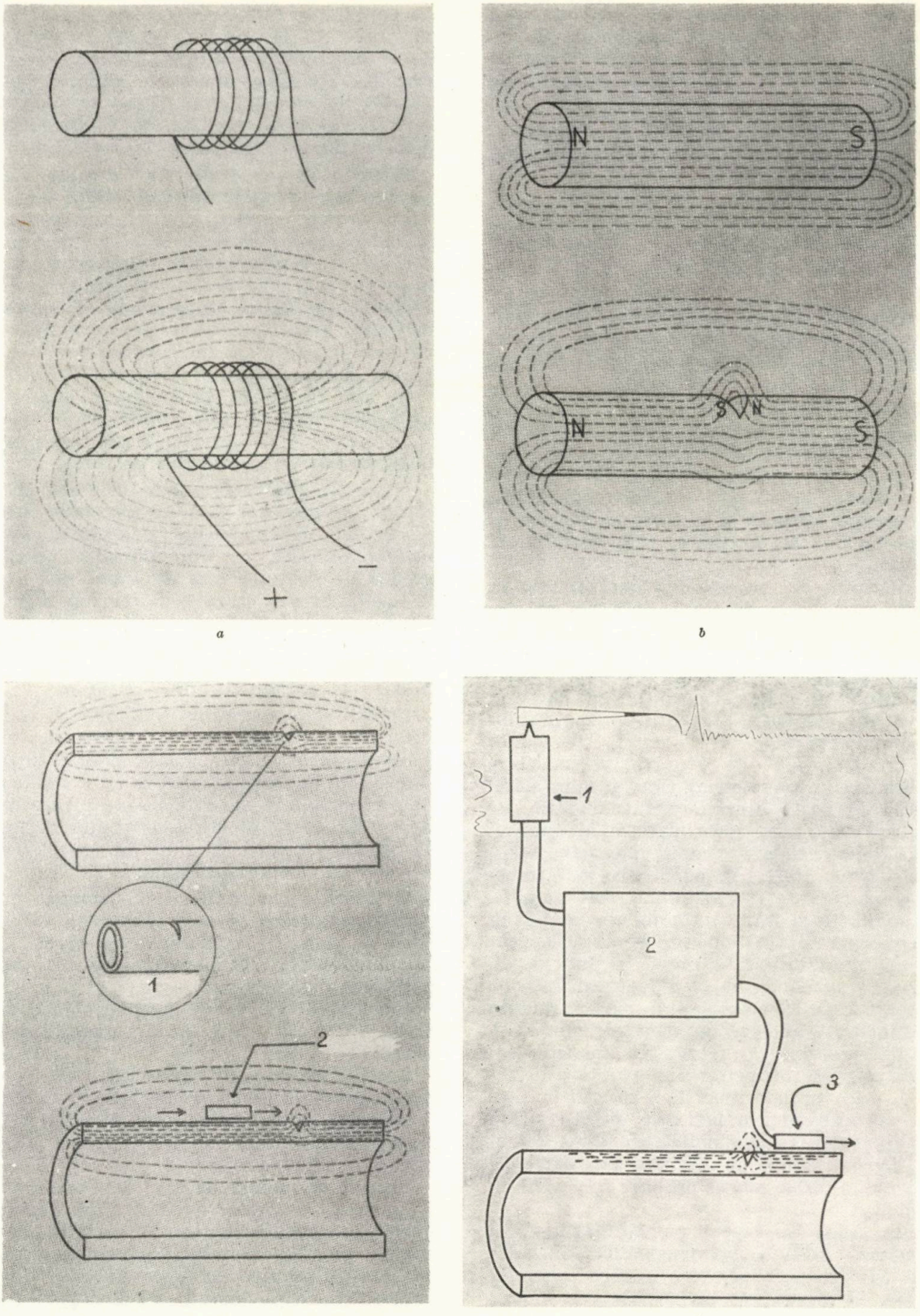
Coroziunea cauzată de componenții fluidului de foraj influențează, de asemenea, durata la oboseală a prăjinii. Sarea și alte substanțe din fluidul de foraj creează rapid o zonă adîncă de coroziune, prăjina este slăbită prin pierderea de metal și punctele de coroziune acționează în sensul creșterii efortului de tensiune, care accelerează oboseala prăjinii.

Coroziunea se produce în primul rînd pe suprafața interioară a prăjinii, cea exterioară fiind lustruită prin frecarea de pereții găurii în timpul săpării, al introducerii și al extragerii garniturii de foraj.

S-a stabilit că sarea în concentrații relativ slabe (7 %) este prima cauză a oboselii de coroziune.

Curbele de oboseală arată că o epruvetă de oțel, supusă la eforturi de încovoiere alternativă în apă sărată, se va rupe datorită efectelor de coroziune, după un număr foarte redus de cicluri, în timp ce în aer nu se va rupe niciodată.

Specialiștii uzinei de țevi Mannesmann, din Republica Federală a Germaniei, acordă o mare importanță acțiunii agenților corosivi asupra rezistenței oțelurilor. Pentru a preveni accidentele tehnice datorate efectelor de coroziune, uzinele recomandă ca la depozitarea pe rampe prăjinile să fie bine spălate și unse în interior pe o lungime de circa 1,5 m de la capete cu un lac de protecție (de exemplu Shell Ensis Fluid).



a *b*

c *d*

Fig. 7. Principiul magnetic al controlului cu Sonoscopul:

a — cîmpul magnetic longitudinal creat de bobina electrică; *b* — deformarea fluxului în dreptul defectului; *c* — detectarea sonoscopică a defectului: *1* — fisură transversală; *2* — conductor; *d* — înregistrarea defectului pe diagrama Sonoscope: *1* — galvanometru; *2* — amplificator; *3* — conductor.

Pentru a mări rezistența prăjinilor de foraj utilizate la sondele de mare adîncime, Uzina Mannesmann livrează prăjinile cu pereții îngroșați cu 2—3 mm peste grosimea din normele API, pe o lungime de 1,2—1,5 m de la capătul cu mufa specială a prăjinii. Trecerea de la această îngroșare la grosimea normală a peretelui prăjinii se face lin.

toare, conținînd fiecare un dispozitiv special de captare, cercetează suprafața interioară a prăjinii. În momentul în care acest dispozitiv trece prin zona de distorsiune a fluxului, deci a punctului defect în dispozitiv apare un semnal luminos, care este analizat și amplificat în secțiunea electrică și înregistrat de un galvanometru pe o diagramă scrisă. Axul cu cele patru

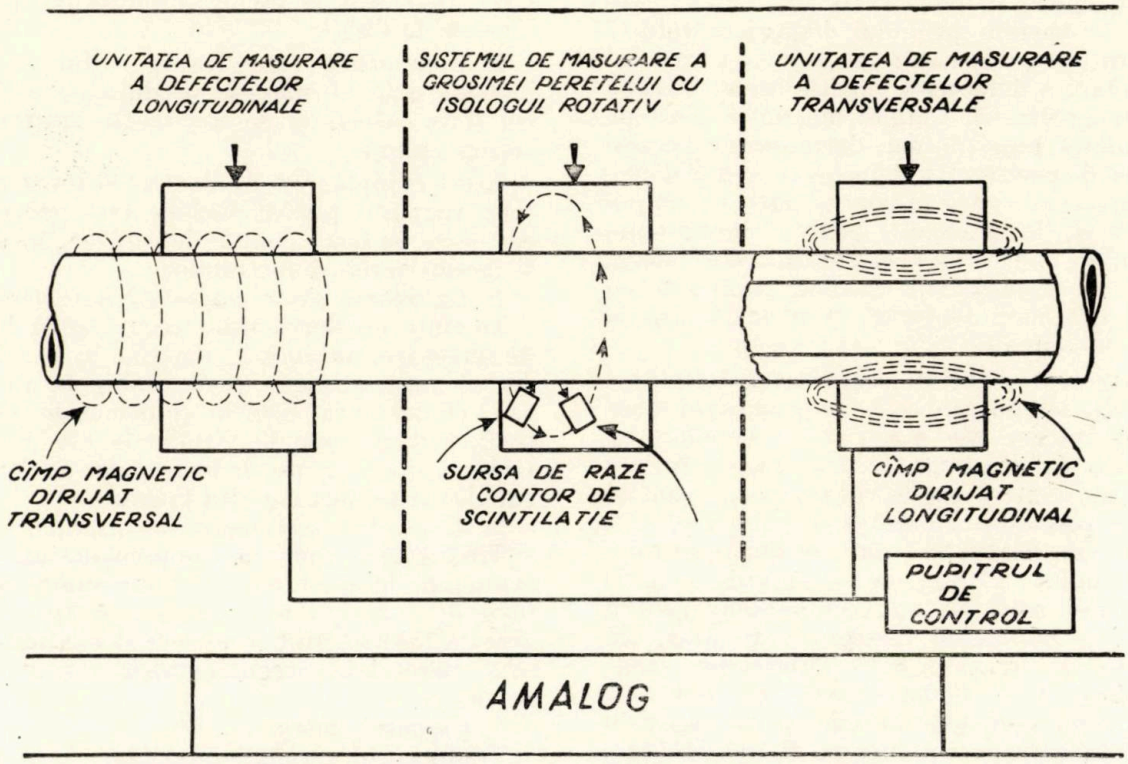


Fig. 8. Amalog.

Din cele expuse se înțelege importanța care se acordă controlului în regiunea de la capetele prăjinilor.

S-a arătat mai înainte că s-a făcut un progres prin controlul zonei de la capetele prăjinilor cu ajutorul tehnicii particulelor magnetice, la care particulele de fier, aplicate pe suprafața interioară a prăjinii, curățată în prealabil prin sablare, nu vor adera la peretele care nu are defecte însă vor fi concentrate de polii magnetici creați de distorsiunea fluxului magnetic de fiecare parte a defectului, în momentul trecerii curentului electric continuu prin bobina care înconjoară capătul prăjinii.

La noul instrument de control electronic principiul este același ca la controlul corpului prăjinii cu particule magnetice. Ca și la acest control, un cîmp magnetic longitudinal este introdus printr-o bobină de magnetizare. Oriunde sînt defecte va apărea o distorsiune a fluxului magnetic. În loc însă de a se utiliza pulbere magnetică pentru localizarea acestor distorsiuni de flux magnetic, o serie de detec-

detectoare, dispuse la 90°, este introdus în interiorul prăjinii și mișcat înainte și înapoi, cu ajutorul unui motor electric, de la capătul racordului special spre capătul prăjinii. Prin schimbarea poziției detectoarelor, fiecare mișcare permite controlarea întregii suprafețe. Un sistem electric de analizor separă semnalele transmise de detectoare pentru defectele datorate punctelor de coroziune de cele produse de defectele datorate fisurilor și le înregistrează pe un grafic.

Amalog-ul (fig. 8) este un echipament de control electromagnetic, recent perfecționat și pus la punct de firma A.M.F. Tuboscope, ca și Sonoscope-ul. Poate fi livrat în execuție portabilă, ca echipament de control în schelă, precum și ca echipament mai voluminos, pentru controlul în uzinele de țevi. El detectează toate defectele materialului tubular, atît pe cele longitudinale cît și pe cele transversale și le înregistrează grafic.

Țevile de extracție, prăjinile de foraj sau burlanele de diametre mici, supuse controlului,

sînt magnetizate la saturaţie cu un curent continuu puternic. Un dispozitiv rotativ, de control, care conţine detectorii magnetici şi se deplasează de-a lungul obiectului de controlat, trecînd prin cîmpul transversal al fluxului magnetic, detectează variaţiile acestui cîmp magnetic create de defectele longitudinale sau de excentricitate, le amplifică, le analizează şi le înregistrează grafic la panoul de control.

Un al doilea dispozitiv fix de control este montat în spatele primului dispozitiv rotativ de control care, după cum am arătat, avea rolul de detectare a defectelor longitudinale. Prăjina este remagnetizată. Cîmpul magnetic fiind de această dată longitudinal, detectoarele acestui al doilea dispozitiv fix detectează acum defectele transversale care produc variaţii în cîmpul magnetic şi le transmit pentru înregistrare la panoul de control al operatorului. Un Isolog, montat în dispozitivul Amalog, măsoară cu precizie grosimea peretelui şi o transmite la panoul de control.

Amalog-ul este deci un echipament de control care prezintă avantajul că detectează rapid toate defectele interne ale materialului tubular, pe care proba de presiune hidraulică sau celelalte metode de control nu le sesizează, precum şi grosimea peretelui. El detectează defectele interne care se încadrează sau care depăşesc toleranţele limită admise de standardele API.

Linalog-ul este un nou echipament pentru controlul conductelor îngropate, realizat, de asemenea, de firma A.M.F. Tuboscope. Linalog-ul detectează şi localizează, cu erori de cîţiva metri, defectele interne şi externe ale conductelor îngropate pe lungimi de 100—150km. Echipamentul constă dintr-un instrument electronic, de mărimea unui godevil, care, introdus în conductă şi împins cu presiunea de pompare a lichidului, detectează punctele de coroziune interne şi externe şi transformă datele în semnale luminoase. Acestea sînt înregistrate pe o bandă care se derulează uniform pe măsură ce instrumentul se deplasează în interiorul conductei, de-a lungul traseului ei.

Operaţia se face introducînd mai întîi un instrument fără dispozitivul de control, pentru a controla dacă conducta nu este înfundată. Se introduce apoi dispozitivul electronic de două ori, pentru a avea două înregistrări de corelare.

Un alt echipament modern al firmei Tuboscope este *Linascan*-ul, care serveşte la controlul automat al calităţii sudurii ţevilor în timpul fabricaţiei. Defectele sudurii electrice de rezistenţă sînt semnalate electric la masa de control şi sînt înregistrate pe o diagramă punctată. Aceasta permite operatorului să intervină prompt, pentru a evita formarea unei cantităţi mari de ţevi de extracţie cu defecte de fabricaţie.

Mai recent a apărut şi în Europa un echipament robust şi totuşi precis al firmei Tuboscope, cu ajutorul căruia se efectuează controlul nedistructiv al ţevilor de diametre mari (5 1/2—24 in), denumit TUBOSCAN.

Bazat pe principiile de măsură electromagnetice şi acustice, Tuboscanul permite detectarea defecţiunilor exterioare şi interioare, indiferent de poziţie şi de formă, precum şi măsurarea grosimii peretelui, atît a ţevilor fără sudură cît şi a celor sudate prin presiune. Controlul se face rapid, atît la ţevile în bucăţi cît şi la cele formate în dubli.

Echipamentul este transportabil, poate fi instalat atît la uzinele producătoare de ţevi cît şi în schele şi se utilizează indiferent de starea vremii.

Acest echipament de control primar al peretelui corpului ţevilor include trei procedee de cercetare de bază pentru detectarea, localizarea şi înregistrarea defecţiunilor :

1. *Cercetarea electromagnetică inductivă*

În timp ce ţeava este trecută prin bobinele de cercetare, un magnet menţine în permanenţă activă magnetizarea ţevii. Bobinele de cercetare controlează fisurile şi defectele peretelui ţevii, atît pe cele longitudinale cît şi pe cele tridimensionale, pe întreaga circumferinţă a tubului şi pe întreaga lui lungime.

2. *Unde de compresiune ultrasonice*

Traductorul undei de compresiune ultrasonice evaluează în mod continuu grosimea peretelui ţevii de-a lungul unei traiectorii spirale. Prin această tehnică sînt localizate şi evaluate grosimea peretelui, excentricitatea sau exfolierile grave.

3. *Curentul Eddy*

Traductorul anomaliei durităţii prin curentul Eddy verifică gradul oţelului ţevii fabricate, comparînd-o cu o ţeavă etalon de gradul de oţel dorit. Controlul tubului se face cu suficientă eficienţă pe circumferinţă şi pe întreaga lui lungime, astfel încît nu pot trece nedetectate locurile de mare importanţă supuse tratamentului termic.

De menţionat faptul că toate aceste procedee de control au comun:

— înregistrarea continuă a stării ţevii şi raportarea fiecărei secţiuni a înregistrării la ţeava respectivă, prin numărul său corespunzător;

— evaluarea, analizarea şi interpretarea tuturor înregistrărilor de către un controlor experimentat;

— marcarea locurilor găsite cu defecte, polizarea acestora în profunzime pînă la dispariţie şi măsurarea adîncimii defectului;

— examinarea vizuală a suprafeţei interioare şi exterioare a capetelor tuburilor în ceea ce priveşte variaţiile de diametru, deteriorarea capetelor, conicitatea improprie, grosimea la baza filetului şi alte defecte;

— clasificarea tuburilor în funcţie de adîncimea defectului în trei categorii :

a) țevi ale căror defecte nu afectează mai mult de 5% din grosimea nominală a peretelui;

b) țevi cu defecte pe suprafața exterioară care afectează 5 — 12,5% din grosimea nominală a peretelui;

c) țevi ale căror defecte afectează mai mult de 12,5% din grosimea nominală a peretelui.

Procedeele și echipamentele cele mai importante de control nedistructiv descrise în acest capitol pot fi rezumate astfel:

A. *Controlul cu pulberi magnetice*

Țevile, de orice diametru, sînt controlate prin introducerea în corpul lor a unui curent continuu, capabil să inducă un maximum de cîmp magnetic rezidual circumferențial. Particulele magnetice sînt aplicate cu grijă pe întreaga suprafață exterioară a țevii. Acestea conturează toate defectele care produc o distorsiune de flux magnetic. Locurile defecte sînt marcate și cercetate prin polizare. Se aplică pulberea magnetică pe suprafața interioară a țevii, utilizînd un distribuitor unghiular de aluminiu și rotind cu 360° țeava. Se examinează după aceea interiorul tubului cu un instrument optic, marcîndu-se locurile cu defecte și cercetîndu-se, pe cît posibil, prin polizare. Se verifică cu un instrument de control ultrasonic grosimea peretelui și situația laminării țevii.

B. *Controlul cu Tuboscanul*

Țevile cu diametre mari (5 1/2—24 in) pot fi controlate nedistructiv cu ajutorul Tuboscanului, după tehnica arătată mai înainte.

C. *Controlul cu Amalogul*

Țevile cu diametre mici, pînă la 6 1/4 in, pot fi controlate cu Amalogul. Controlul nedistructiv, în acest caz, se face după aceleași tehnici ca la Tuboscan, în ceea ce privește cercetarea electromagnetică inductivă și curentul Eddy, diferind de acesta prin faptul că pentru măsurarea grosimii peretului tubului se folosește tehnica razelor gamma în locul tehnicii cu unde ultrasonice.

* * *

În afară de echipamentele descrise, de control nedistructiv al materialului tubular, o bază tubulară trebuie să mai fie echipată cu:

— presă portabilă pentru îndreptat țevi;

— presă pentru executarea probelor hidraulice de presiune interioară;

— dispozitive pentru reparat la sondă filetele cepurilor, ale mufelor și ale umerilor lor;

— echipament de încărcare a mufelor racordurilor speciale cu un placaj de carbură de tungsten, pentru protecția împotriva abrazivității. Încărcarea se face după două metode:

a) cu un strat de particule de carbură de tungsten aplicat prin arc electric în masa exterioară a racordului special. Grosimea stratului este de circa 2,5 mm. Această metodă se folosește cînd spațiul inelar dintre prăjini și coloană sau dintre prăjină și gaura de sondă este mai mic.

b) cu un strat intermediar sudat cu electrozi speciali, la masa racordului special, peste care se sudează stratul de carbură de tungsten. Această metodă de durificare a exteriorului racordurilor speciale se folosește în cazul în care acțiunea abrazivă a formațiunilor este foarte puternică, iar spațiul inelar permite aplicarea metodei, întrucît grosimea ambelor straturi este de 4—5mm.

* * *

4. **Succesiunea operațiilor unui control nedistructiv cu echipamente moderne descrise:**

a) *Pentru prăjinile de foraj*:

— controlul corpului prăjinilor cu ajutorul Sonoscopeului;

— controlul optic cu Tuboscope-ul al prăjinilor la care s-au constatat defecte cu Sonoscope-ul;

— șablonarea diametrului exterior al corpului prăjinii;

— controlul electromagnetic al capetelor prăjinii;

— desfacerea protectoarelor, șablonarea diametrului exterior al racordului, înșurubarea protectoarelor;

— controlul filetelor prin Magnaflux, pentru detectarea fisurilor;

— controlul profilului filetelor și al umerilor racordului special;

— corectarea cu dispozitive speciale a umerilor de contact necorespunzătoare de la racordul special;

— controlul grosimii peretelui prin ultrasunet în circa 4—6 puncte de pe lungimea unei bucăți sau cu Isolog-ul;

— îndreptarea prăjinilor strîmbe cu instalația portabilă de îndreptat.

b) *Pentru țevi de extracție*:

— controlul corpului țevii cu Sonoscope-ul;

— șablonarea interiorului țevii pe o lungime de 1 m de la ambele capete, cu șabloane de control, după standardele API;

— controlul vizual al capetelor țevii;

— examinarea corpului țevii cu Isolog-ul;

— controlul diametrului interior cu șabloane API;

— controlul filetelor cu Magnafluxul și controlul profilului filetelor;

— controlul grosimii peretelui cu ultrasunet sau cu Isolog-ul.

c) *Pentru burlane*:

— controlul corpului burlanului cu Sonoscope-ul;

— controlul grosimii peretelui cu ultrasunet sau cu Isolog-ul;

— controlul filetelor cu Magnaflux și controlul profilului filetelor;

— după îndepărtarea burlanelor cu defecte sau a celor care nu se încadrează în toleranțele admise de standardele API, se face proba hi-

draulică interioară la presiunea indicată de aceste standarde.

Specialiştii fabricilor producătoare consideră astăzi că nu mai este necesară probarea burlanelor înainte de tubaj, întrucît fiecare burlan se livrează cu certificat de calitate eliberat în urma controlului riguros, în toate fazele de fabricaţie, prin analize de laborator, precum şi în stare finită, prin control nedistructiv şi prin proba hidraulică interioară.

5. Protejarea împotriva coroziunii cu căptuşeli de materiale plastice

Începînd din anul 1939, firma Tube-Kote din Houston (S.U.A.) a dezvoltat tehnica căptuşirii ţevilor la exterior cu un strat protector. Tehnica constă din aplicarea, de preferinţă la cald, pe suprafaţa interioară a ţevii, perfect curăţată prin spălare şi prin sablare, a unui film de răşini fenolice sau epoxidice, foarte rezistente la temperaturi şi la presiuni mari, precum şi la eforturile de alungire, de tracţiune, de abraziune, de flexiune, fiind în acelaşi timp insolubile în ţiţei sau în alt solvent.

Se produc industrial mai multe asemenea reţete de căptuşeli cu materiale plastice, cu diferite denumiri, rezistente la acţiunea corosivă a acizilor, a alcaliilor, a materialelor şi a solvenţilor organici; a apelor sărate sau a apelor conţinînd tot felul de alte săruri.

La prăjinile de foraj, stratul protector are avantajul că măreşte eficienţa hidraulică a pompelor de noroi, ca urmare a suprafeţei netede a interiorului prăjinilor.

6. Propuneri pentru controlul nedistructiv

În schelele noastre, pentru controlul materialului tubular utilizat la forajul sondelor, există instrucţiuni, atît la bazele tubulare, cît şi la sonde, referitoare la evidenţa, controlul periodic şi prescrierea acestui material.

În etapa actuală, controlul se face cu echipamentul existent în dotaţia bazelor tubulare.

Pentru etapa următoare, este însă absolut necesar să se doteze bazele tubulare cu aparatura modernă de control nedistructiv cu ultrasunet, Magnaflux, Sonoscope şi Isolog (sau cu Amalog în loc de Sonoscope şi Isolog). Aceasta va permite depistarea defectelor în fază incipientă şi eliminarea corpurilor tubulare necorespunzătoare. La sondele de mare adîncime, deosebit de costisitoare, controlul nedistructiv va contribui la evitarea unor cheltuieli mari pentru rezolvarea instrumentaţiilor.

Controlul periodic al prăjinilor de foraj la sondă, cu ajutorul Amalog-ului sau al Sonoscope-ului portabil, în timpul extragerii garniturii de foraj, prezintă marele avantaj că depistează rapid prăjinile defecte, care sînt îndepărtate pe loc din garnitură, prevenind accidentele tehnice la puţ şi uşurînd foarte mult mişcarea prăjinilor în şantiere, nemaifiind nevoie ca acestea să fie transportate aşa de des pentru control de la sonde la bazele tubulare.

Totodată, este necesar să se doteze bazele tubulare cu aparatură pentru încărcarea cu carbură de tungsten a racordurilor speciale de la prăjinile de foraj cu care se forează în terenurile foarte abrazive, precum şi cu aparatură portabilă, pentru repararea pe loc a filetelor şi a umerilor de contact de la mufe şi de la cepuri.

De asemenea, va trebui reproiectată, pentru bazele tubulare, instalaţia de probare hidraulică la presiune interioară, concomitent cu tracţiune, întrucît actuala instalaţie la care se realizează maximum 350 at presiune interioară şi 150 t tracţiune, nu mai corespunde cerinţelor de probare a materialului tubular pentru sondele de mare adîncime, în conformitate cu noile mape de control.

Într-un timp foarte scurt, aceste investiţii vor fi cu prisosinţă acoperite prin eliminarea cheltuielilor pentru rezolvarea instrumentaţiilor provocate de accidentele diferitelor categorii de material tubular. Problema este de mare actualitate, în special la sondele adînci, care reclamă costuri foarte ridicate de foraj şi de exploatare.

Uzinele producătoare de ţevi pentru conducte ca şi bazele importante ale întreprinderilor de construcţii de conducte magistrale vor trebui dotate şi ele cu aparatură modernă de control nedistructiv, de tipul Tuboscan.

Îndepărtarea după verificarea nedistructivă a ţevilor care au trecut totuşi cu defecte nedepistate la controlul care se face cu echipamentul existent al uzinelor de ţevi, conform prescripţiilor standardelor respective, va evita cheltuieli mari pentru rezolvarea dificultăţilor ce se ivesc după construirea conductelor.

Ca şi în cazul materialului tubular utilizat la sondele în foraj şi în exploatare, investiţiile la uzine şi la baze vor fi cu prisosinţă acoperite, în timp foarte scurt.

O dată cu dotarea cu această aparatură modernă vor trebui revizuite şi standardele noastre, introducînd controlul nedistructiv magnetic, ultrasonic şi electromagnetic pentru materialele tubulare (prăjini de foraj, ţevi de extracţie, burlane, ţevi de conducte etc.), pe care standardele API le-au introdus deja, începînd din anul 1968.

Introducerea metodelor de control nedistructiv în producţie şi în standarde va asigura cu material de calitate atît cerinţele interne cît şi competitivitatea în străinătate a acestor produse importante.

Influenţa presiunii exterioare orientate, asupra dinamicii umflării mineralelor argiloase şi a agregatelor lor

Umflarea în condiţii atmosferice. I

G. Manolescu şi
E. Soare

Deşi recunoscut ca fiind foarte important, fenomenul de umflare a mineralelor argiloase a fost foarte puţin cercetat în procesele de forare şi de exploatare a sondelor, unde, spre deosebire de majoritatea celorlalte procese, efectul umflării mineralelor argiloase prezente în stratele traversate şi, mai ales, în roca colectoare, este complet nedorit.

În articolul de faţă, care face parte dintr-o lucrare mult mai cuprinzătoare [24], se prezintă un aspect al acestui fenomen apreciat ca prezentînd importanţă şi nesemnalat de puţinii cercetători [8, 12, 13, 16, 19, 22] care au folosit ca şi autorii metoda directă-cantitativă a măsurării fenomenului, aceea a determinării prin teste de umflare a coeficientului cel exprimă.

Metoda utilizată

Pentru determinarea coeficientului de umflare, care reprezintă raportul dintre volumul probei de argilă umflată (la echilibru sau nu) şi volumul aceleiaşi probe în stare uscată, s-a folosit lucrul în paralel cu două aparate. Unul

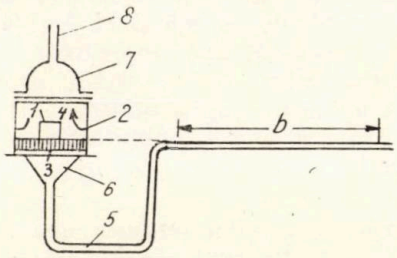


Fig. 1. Aparat cu capilar de tip Enslin — Freundlich :
1 — pastila de analizat ; *2* — pahar cu placă poroasă (3) ; *4* — garnitură circulară ; *5* — tub capilar plan cu placă şlefuită (6) ; *7* — capac cu orificiu (8).

dintre aparatele utilizate a fost cel de tip Enslin-Freundlich, cu cîteva simplificări şi modificări făcute în scopul excluderii unora dintre erorile care se produc sistematic la întrebuinţarea acestui aparat.

El este prezentat schematic în figura 1, diferind de cel descris într-o lucrare anterioară [19], îndeosebi prin adaptarea inelului *4*, care colectează apa de condensare capilară, eliminînd „pulsaţiile" accidentale.

Cel de-al doilea aparat folosit a fost conceput şi construit de autori şi este prezentat schematic în figura 2. Diferenţa de principiu de lucru a celor două aparate constă în aceea

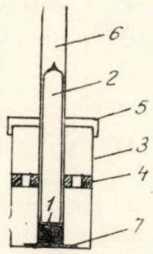


Fig. 2. Aparat cu piston :
1 — probă de analizat ; *2* — piston ; *3* — celula ; *4* — inel de fixare şi verticalizare a tubului de sticlă *6* ; *5* — capac de închidere ; *6* — tub de sticlă ; *7* — garnitură de hîrtie de filtru.

că, în timp ce în aparatul cu capilar (tip Enslin-Freundlich), măsurarea creşterilor de volum se face indirect prin măsurarea volumelor de apă sorbite de probă în timp (admiţînd tacit

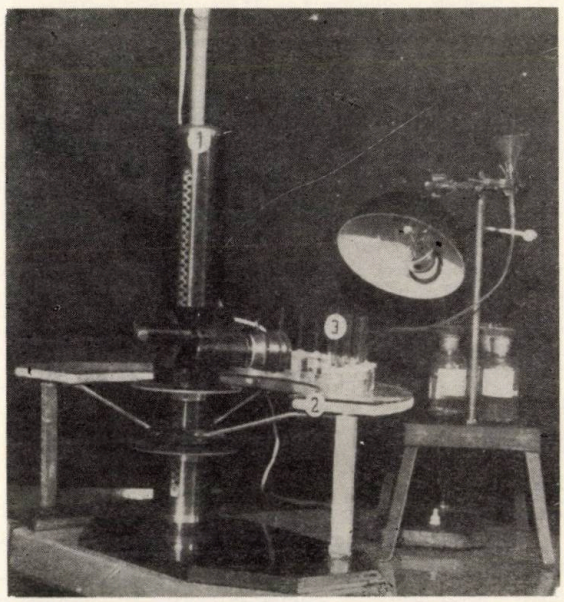


Fig. 3. Ansamblul aparaturii pentru determinări prin metoda schematizată în figura 2.

ipoteza că volumul argilei umflate este egal cu suma volumelor componenţilor săi — apa şi argilă anhidră), în aparatul cu piston (fig. 2), se măsoară direct creşterea în timp a volumului probei, prin măsurarea deplasării pistonului faţă de un reper fix, cu ajutorul unui catetometru de construcţie originală şi specială (fig. 3).

Coeficienţii de umflare se determină cu formula :

$$k_{u_1} = \frac{V_p + V_a}{V_p}, \quad (1)$$

în care :

V_p este volumul probei uscate ;
V_a — volumul apei sorbite la un timp (t) după realizarea contactului acesteia cu proba, în cazul lucrului cu aparatul cu capilar,

şi prin :

$$k_{u_2} = \frac{V_p + \Delta V_p}{V_p}, \quad (2)$$

în care :

V_p este volumul probei uscate ;
ΔV_p — creşterea de volum a probei la timpul (t) după realizarea contactului acesteia cu apa, în cazul lucrului cu aparatul cu piston.

Pentru a înţelege metodologia de lucru trebuie făcute cîteva precizări :

a) determinările s-au făcut pe probe constituite din fracţiunea argiloasă prezentă în roca colectoare din cîteva etaje geologice şi structuri din ţară. S-a considerat fracţiune argiloasă, fracţiunea alcătuită din particule cu diametrul mai mic de 4 μ, obţinută prin sedimentare ;

b) probele supuse umflării s-au obţinut prin pastilarea fracţiunii argiloase cu o presă manuală de 2 500 kgf/cm². S-au obţinut astfel probe cu porozitate sub 5%, aceasta ducînd la evitarea erorii date de influenţa porozităţii şi a considerării apei capilare ca apă de umflare, asupra valorii coeficientului de umflare, problemă reluată pe baza datelor prezentate în lucrarea [19] ;

c) determinările acestor coeficienţi au fost duse pînă la atingerea echilibrului, punct căruia îi corespunde o valoare finală a coeficientului de umflare (k_{uf}) şi o valoare a timpului (t_f = timp final de umflare sau timp de stabilizare), pentru evitarea erorilor inerente extrapolării.

Discutarea datelor experimentale obţinute

În figura 4 se prezintă sub formă de curbe variaţia cu timpul, pînă la atingerea echilibrului, a valorilor coeficienţilor k_{u_1} (obţinute cu aparatul cu capilar — linie întreruptă) şi a valorilor coeficienţilor k_{u_2} (obţinute cu aparatul cu piston — linie continuă), pentru trei probe, în aceleaşi condiţii de presiune (presiunea atmosferică), temperatură (temperatura mediului ambiant) şi mediu de contact (apa distilată).

Examinarea curbelor arată că :

— valorile finale şi chiar cele intermediare ale coeficienţilor k_{u_1} sînt mai mari decît valorile coeficienţilor k_{u_2}, pentru toate probele prezentate (valoarea coeficienţilor k_{uf_1} reprezentînd 35—60% din valoarea coeficienţilor k_{uf_2}) ;

— pentru majoritatea probelor, alura curbelor de variaţie a coeficientului k_{u_2} cu timpul este diferită de alura curbelor de variaţie a coeficienţilor k_{u_1}, lipsind punctele de inflexiune ;

— timpul de atingere a echilibrului (timpul de stabilizare a umflării) este diferit.

Explicaţia comportării diferite la umflare a fracţiunii argiloase, într-un caz şi în altul, constă în măsura diferită în care mineralele argiloase prezente pot reţine apa, în funcţie de anumite condiţii create. Este cunoscut din literatură [1, 7, 11, 16] că abilitatea argilei de a reţine apa se manifestă în două direcţii, fiind vorba de apa legată chimic şi de aceea legată fizic :

— apa legată chimic — apa sorbită pe şi în reţeaua cristalină a mineralului argilos, care dă naştere la aşa-numita umflare intracristalină a cristalului (impropriu numită uneori intramicelară) ;

— apa legată fizic — apa adsorbită la suprafaţa particulei (cristalului) de mineral argilos, sub forma unui strat integral, monomolecular sau chiar polimolecular.

Apa astfel legată dă naştere umflării intercristaline (intermicelare).

Multiplele rezultate experimentale, obţinute în legătură cu apa reţinută chimic în reţeaua cristalină în păturile dintre pachete de mare densitate, duc la concluzia că această apă poate fi considerată ca fiind reţinută în trei trepte [2, 3, 11, 17, 20, 21, 23].

— O primă treaptă constă în fixarea unui strat de apă de grosimea a patru molecule de apă (fixare care duce la creşterea caracteristicii c a reţelei de la 9,5 la 21 Å). Exprimată cantitativ, această apă reprezintă, în cazul montmorillonitului, 0,5 g apă/g argilă.

— În a doua treaptă a umflării, argila preia circa 10 g apă/g argilă, volumul în cazul montmorillonitului crescînd de aproximativ 20 de ori.

— A treia treaptă a umflării are loc atunci cînd argila se află în prezenţa unor cantităţi mari de apă (ea fiind, de fapt, o suspensie în aceasta) devenind un gel tixotropic.

În ceea ce priveşte apa legată fizic, datele sînt mai puţine, unori confundîndu-se acest tip de sorbţie cu treapta a treia a umflării intracristaline. În orice caz este cunoscut faptul că stratul de apă reţinut în jurul particulei de mineral argilos poate atinge grosimi egale cu 6—9 molecule de apă şi chiar mai mult [1, 4].

Cantitatea de apă reţinută de agregatul argilos este determinată de foarte mulţi factori, printre care şi de : tipurile de minerale prezente, încărcarea reţelei şi tipul de ion preponderent, valenţa acestuia, tipul de ion

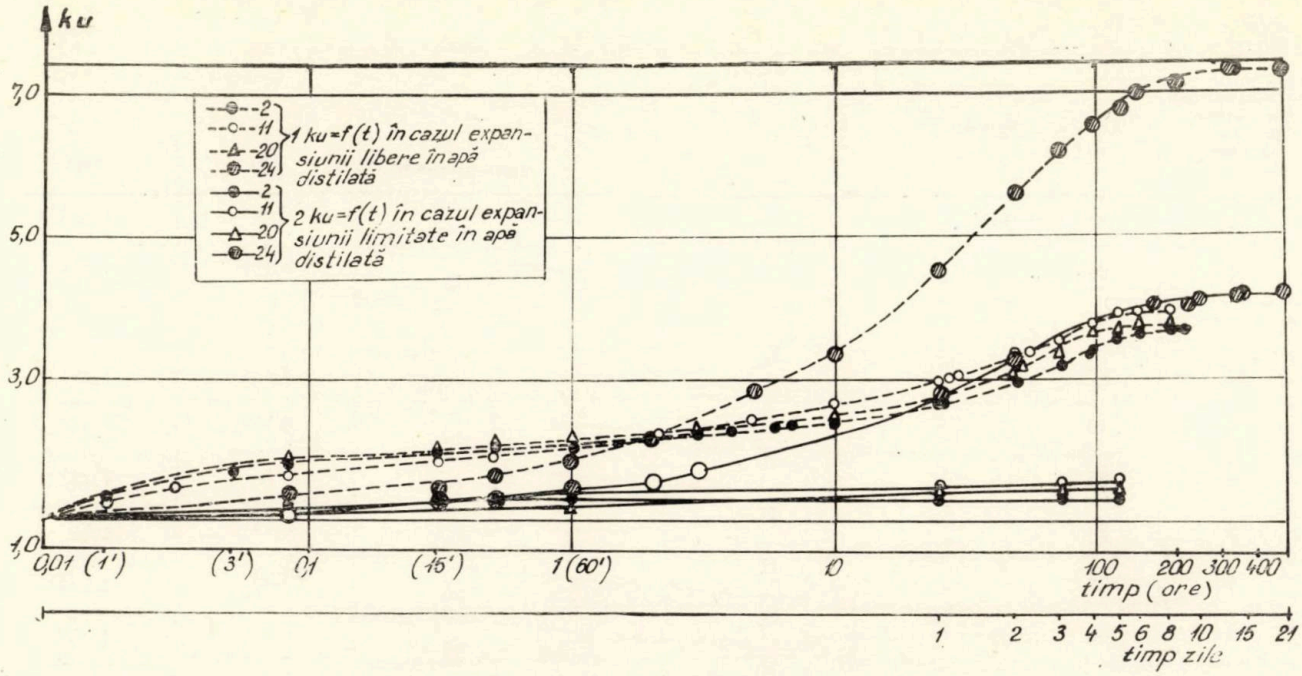


Fig. 4. Variaţia valorilor coeficienţilor Ku_1 şi Ku_2 cu timpul.

prezent în mediul de contact, dimensiunea particulei etc.

Aceste cîteva probleme enunţate, cunoscute la ora actuală, au stat la baza explicaţiei diferenţei dintre valorile coeficienţilor obţinute în lucrul cu cele două metode, respectiv aparate.

Pe baza unei analize complexe a compoziţiei în minerale argiloase a fracţiunii analizate şi a condiţiilor de lucru impuse, pe de o parte, iar, pe de altă parte, ţinînd seamă de faptul că în ambele determinări apar atît umflarea intercristalină, cît şi cea intracristalină, s-a ajuns la concluzia că valorile mai mici ale coeficienţilor k_{u_2} se datoresc prezenţei obstacolului creat de greutatea pistonului, dirijată perpendicular pe direcţia de deplasare a creşterilor de volum, în reţinerea apei între particulele mineralelor argiloase.

Toate experienţele făcute pe diverse fracţiuni argiloase, în diferite soluţii apoase, precum şi unele experienţe de control au confirmat calitativ această explicaţie.

În tabelele 1 şi 2 sînt prezentate o parte din datele obţinute, mediile de contact fiind apa distilată şi cîteva din soluţiile cu care s-a lucrat.

S-a observat că pentru fracţiunile argiloase prezente în formaţiunile cîtorva structuri care formează obiectul exploatării în ţara noastră, umflarea obţinută în aparatul cu capilar (mediul de contact fiind apa distilată) este de 2,3 —3 ori mai mare decît cea obţinută în cazul utilizării aparatului cu piston. În unele cazuri, în fracţiuni argiloase, provenite din roca protectoare sau din unele intercalaţii argiloase în stratul productiv, coeficienţii $k_{u_{f_1}}$ au atins chiar valori de 4—4,8 ori mai mari decît valoarea coeficienţilor $k_{u_{f_2}}$ (tabela 1).

Pentru cele cîteva soluţii prezentate în tabela 2 se observă aceeaşi diferenţă $k_{u_{f_1}}$, mai mare de 2—3 ori decît $k_{u_{f_2}}$, cu excepţia unor soluţii care influenţează în mod deosebit umflarea, cînd ku_{f_1} este uneori de numai 1,5—2 ori mai mare.

Pentru verificarea ipotezei făcute, s-au iniţiat şi s-au efectuat cercetări în direcţia excluderii unor factori externi ce pot interveni (alţii decît pistonul), precum şi în direcţia analizei gradului de labilitate al apei reţinute la suprafaţa particulei de argilă.

Unul dintre obstacolele care puteau crea o diferenţă între valorile celor doi coeficienţi era acela dat de peretele tubului de sticlă (fig. 2), deoarece prezenţa acestui perete face ca umflarea să se producă pe o singură direcţie, spre deosebire de cazul în care se utilizează aparatul cu capilar (fig. 1). Determinările făcute, păstrînd aceleaşi condiţii, dar înlăturînd pistonul (determinări gravimetrice) au permis obţinerea unor coeficienţi apropiaţi de cei determinaţi în aparatul cu capilar, ceea ce duce la concluzia că pereţii laterali ai tubului nu contribuie la micşorarea umflării fracţiunii argiloase.

Deoarece ipoteza făcută porneşte de la considerarea pistonului ca un obstacol în calea creşterilor de volum, prin micşorarea posibilităţii argilei de a reţine apa între particule, autorul a verificat uşurinţa acesteia de a fixa şi de a pierde această apă, prin supunerea unei probe umflate (obţinute în aparatul cu capilar) condiţiilor camerei (presiune atmosferică şi temperatură 20 °C). S-a constatat că după o

TABELA 1

Nr. convenţional dat fracţiunii argiloase analizate	Sonda	Orizontal / Strat productiv	Coeficienţii de umflare finali în apă distilată k_{uf_1}	k_{uf_2}
1	20 Bustuchini	H / nu, acoperiş	5,16	1,295
1'	20 „	H / da	3,82	1,256
1''	20 „	H / da	3,7	1,256
22	37 „	H / nu, culcuş	3,625	1,2915
3	43 „	H / da	3,798	1,451
4	62 „	H / da	3,13	1,421
5	28 „	H / da	5,19	1,78
5'	28 „	H / da	5,29	1,7945
6	60 „	H / da	3,68	1,449
7	38 „	H / da	3,698	1,336
8	55 „	H / da	3,47	1,361
9	29 „	H / da	3,285	1,2995
10	61 Alunul	H / i da	4,45	1,5735
11	58 „	H / da	3,92	1,525
12	58 „	H / i da	4,88	1,934
13	87 „	H / nu, culcuş	6,125	1,277
14	100 Oteşti	M / da	6,00	1,269
14'	100 „	M / i da	5,9265	1,2646
15	353 „	M / da	3,21	1,256
16	391 „	M / da	3,63	1,254
17	33 Balş	Dogger / da	3,515	1,444
18	35 „	Dogger / da	3,525	1,3665
19	20 „	Dogger / da	3,555	1,417
20	176 Ciureşti	Dogger / da	3,91	1,4485
21	757 „	Dogger / da	3,53	1,336
22	44 Băbeni	H / i da	5,54	2,116
23	1501 Tg. Jiu	H / i da	4,46	1,773
24	Bentonit Teişani	Eocen / nu	7,295	4,158

i = intercalaţii argiloase în stratul productiv.

perioada de timp (în general, 3—4 zile) argila revine aproximativ la volumul iniţial. Explicaţia, dată de fapt şi de [1], este aceea că forţele de legătură ce apar între particulele de argilă şi apa reţinută pelicular scad în intensitate o dată cu creşterea grosimii stratului de apă, ceea ce face posibilă îndepărtarea acesteia cu mare uşurinţă.

TABELA 2

Soluţia de contact	k_{uf_1}	k_{uf_2}	Fracţiunea argiloasă analizată			
			sonda	orizont	strat productiv	nr. conv. dat fracţiunii argiloase
NaCl 0,5%	7,09	1,97	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
NaCl 0,5%	4,41	1,518	61 Alunul	Helveţian	i-da	10
NaCl 0,5%	3,799	1,257	20 Bustuchini	Helveţian	da	1′
NaCl 5%	6,78	1,58	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
NaCl 5%	4,22	1,479	61 Alunul	Helveţian	i — da	10
NaCl 15%	5,27	1,571	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
NaCl 15%	3,85	1,402	61 Alunul	Helveţian	i — da	10
NaCl 15%	3,251	1,203	20 Bustuchini	Helveţian	da	1′
$MgCl_2$ 1%	4,4	1,68	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
$MgCl_2$ 1%	2,63	1,239	20 Bustuchini	Helveţian	da	1′
$MgCl_2$ 10%	3,3	1,6405	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
$MgCl_2$ 10%	2,555	1,175	20 Bustuchini	Helveţian	da	1′
$CaCl_2$ 10%	3,56	1,65	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
$CaCl_2$ 10%	3,27	1,205	61 Alurul	Helveţian	1 — da	10
KCl 1%	3,53	1,764	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
KCl 1%	3,178	1,1565	20 Bustuchini	Helveţian	1 — da	1′
KCl 1%	2,55	1,20	61 Alunul	Helveţian	i — da	10
KCl 1%	2,095	1,274	87 Alunul	Helveţian	nu culcuş	13
HCl $pH = 1$	5,55	1,5425	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
HCl $pH = 1$	3,085	1,15	353 Oteşani	Meoţian	da	15
Na(OH) $pH = 10$	8,34	2,84	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
Na(OH) $pH = 10$	3,442	1,3735	353 Oteşti	Meoţian	da	15
Etanolamină 33%	2,36	1,397	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
Alcool izopropilic pur	2,15	1,2102	Bentonit Teişani	Eocen	nu	24
Reactiv de lignit 0,1%	3,38	1,768	391 Oteşti	Meoţian	da	16

Astfel, toate încercările făcute confirmă ipoteza care admite că prezenţa pistonului (care exercită o presiune mică, de ordinul a numai 4×10^{-3} at) duce la obţinerea unor coeficienţi de umflare mai mici, aceasta indicînd posibilitatea ca umflarea să fie condiţionată şi de astfel de factori externi. Ca o primă concluzie a analizei făcute s-au separat şi denumit două moduri distincte în care poate avea loc umflarea în funcţie de existenţa sau de inexistenţa unor astfel de factori externi [24].

S-a numit „umflare prin expansiune liberă" umflarea maximă, posibilă în condiţiile create, cuprinzînd atît umflarea intercristalină, cît şi pe cea intercristalină, ambele probabil la valoare maximă. Ea este caracterizată prin coeficienţii de umflare în expansiune liberă k_{u_1} (determinaţi în aparatul cu capilar).

S-a numit „umflare prin expansiune limitată" umflarea dată în special de reţinerea apei la reţeaua cristalină a mineralului (umflare intercristalină) şi, mai puţin, de apa reţinută între particule (umflarea intercristalină). Ea este caracterizată prin coeficienţii de umflare prin expansiune limitată k_{u_2} (determinaţi în aparatul cu piston).

Pornind de la concluzia influenţei acţiunii dirijate a pistonului asupra umflării, s-au făcut mai multe determinări, în scopul studierii valorii presiunii dirijate ce influenţează umflarea. Lucrîndu-se cu pistoane de diferite lungimi şi greutăţi, s-a ajuns la concluzia că o creştere a presiunii duce la micşorarea umflării, dar că această micşorare este mai importantă în domeniul $0 \ldots 5 \times 10^{-2}$ at (fig. 5). Din analiza curbelor prezentate în figura 5 se mai observă că influenţa pistonului este mai mică în cazul probei 24, decît în cazul probei 5. Explicaţia este dată de influenţa mineralului sau a mineralelor preponderente.

Se consideră, în general, că mineralele din grupa caolinitului, a illitului şi a cloritului nu-şi măresc volumul la contactul cu apa (nu se umflă). Aceasta este adevărat atîta timp, cît referirea se face la umflarea intracristalină, determinată indirect de foarte multe cercetări,

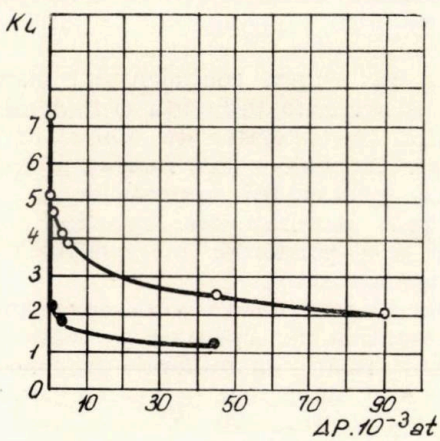


Fig. 5. Variaţia coeficientului de umflare în funcţie de presiunea exercitată perpendicular pe direcţia de deplasare a creşterilor de volum:
o — proba 24; • proba 5.

în special prin metoda creşterii parametrului C al reţelei cristaline, cu ajutorul razelor X. Cînd însă se ţinea seama şi de umflarea intercristalină (cazul real al agregatelor cristaline), lucrurile se schimbă, deoarece aceste minerale se caracterizează prin aşezarea lor în blocuri formate din cristale lamelare cu suprafaţa de adsorbţie mare (15—97 m²/g argilă) „foi", între care pot pătrunde moleculele de apă, ceea ce are drept consecinţă fenomenul de clivaj şi chiar de dispersie, lucru pus în evidenţă şi de alţi cercetători şi în mod special de [5].

Deci, în cazul cînd se ia în considerare umflarea macroscopică a agregatului cristalin care este roca, diferenţa de comportare se face simţită, uneori chiar în măsură apreciabilă.

Cunoscîndu-se compoziţia în minerale a fracţiunii argiloase, investigată atît prin analize termice diferenţiale, cît şi prin debyegrame, s-a putut ajunge la următoarele concluzii:

— Valorile rapoartelor k_{u_2}/k_{u_1} sînt cu atît mai mici, cu cît la conţinut egal total de argile, ponderea relativă a mineralelor ce umflă intens este mai mică.

— Deşi coeficienţii k_{u_1} depind în măsură preponderentă de conţinutul în minerale care umflă intens (după concepţiile clasice, singurele care ar putea umfla), ei nu depind numai de acest conţinut, ci şi de prezenţa mineralelor din grupa caolinitului, a cloritului şi a illitului (tabelele 3 şi 4).

TABELA 3

Conţinutul probei în minerale din grupa montmorillonitului	$k_{u_{f_2}}$	$k_{u_{f_1}}$
Mult	1,75—2,2	4,4—5,6
Moderat	1,4 —1,75	3—5,3
Puţin	1,25—1,4	3,2—6,2

Aşa se explică de ce influenţa pistonului este mai mare în cazul probei 5, caracterizată prin conţinutul preponderent în minerale din grupa caolinitului, a cloritului.

Faptul că asupra coeficientului maxim de umflare îşi exercită influenţa şi mineralele din alte grupe (considerate, de obicei, că nu ar umfla, practic, deloc) face foarte aproximativă estimarea comportării mineralelor la umflare numai prin determinarea speciilor minerale prezente şi a ponderilor lor relative (metodă foarte des utilizată).

Se pare că procedura inversă celei citate este mai acceptabilă, în sensul că se poate aprecia conţinutul relativ în minerale argiloase aparţinînd celor două mari grupe, minerale care umflă intens, respectiv foarte slab (grupa montmorillonitului şi corespunzător minerale cu suprafaţa de clivaj mare), dacă se cunosc cei doi coeficienţi $k_{u_{f_1}}$ şi $k_{u_{f_2}}$.

S-a arătat încă în cazul discuţiei curbelor din figura 3 că, pe lîngă diferenţa dintre valorile coeficienţilor de umflare, apare şi o diferenţă în dinamica umflării şi în timpul de atingere a echilibrului fenomenului.

În legătură cu aceasta se semnalează numai două concluzii ce apar mai importante:

— Umflarea prin expansiune limitată atinge în prima zi 90 pînă la 98% din umflarea finală în timp ce, în cazul umflării prin expansiune liberă, după acelaşi timp se ating numai circa 70% din umflarea finală. Aceasta înseamnă că în prima zi de contact al argilei cu apa, aceasta reţine, în primul rînd, apa la reţea intracristalină şi numai apoi pe cea intercristalină, fenomenul fiind mai accentuat cînd proba are un conţinut mai mare de minerale din grupa montmorillonitului (proba 24, fig. 3), deşi în calea către locul de fixare intracristalină apa trece prin cel de fixare intercristalină. Astfel se confirmă teza expusă anterior, şi anume că forţele de retenţie intracristalină sînt superioare celor de retenţie intercristalină şi că retenţia intercristalină este mai labilă decît cea intracristalină.

— Echilibrul de umflare citat se atinge la timpi mari, luînd valori între 3 şi 20 de zile, fiind mai mic în cazul umflării prin expansiune limitată (3—14 zile) decît în cazul umflării prin expansiune liberă (8—20 zile), ceea ce confirmă din nou raportul citat al intensităţii forţelor ce duc la cele două moduri de retenţie.

Timpul de stabilizare este cu atît mai mare, cu cît coeficientul de umflare final este mai mare şi, în general, este mai mare cînd conţinutul probei în minerale din grupa montmorillonitului este mai mare.

Duratele de umflare citate se înţeleg pentru probe de dimensiuni mici (sub 1 cm), la care difuzia nu încetineşte practic umflarea. Pentru dinamica umflării unor agregate mai mari (cazul din zăcămînt), trebuie însă să se ia în considerare prelungirea duratei de atingere a echilibrului, din cauza difuziei în mediul poros.

Concluzii

1. S-au conceput, s-au construit şi s-au pus la punct două aparaturi de determinare a coeficienţilor de umflare a agregatelor argiloase în condiţii atmosferice, în condiţii de confirmare reală, respectiv parţială.

2. S-au determinat cîteva deosebiri cu caracter legic, prezente regulat între curbele de umflare în timp obţinute în cele două cazuri.

3. Se conchide că forţele ce duc la sorbţia intracristalină sînt mult mai intense decît cele ce duc la sorbţia intercristalină, ceea ce determină relaţia de stablilitate-labilitate corespunzătoare.

4. Se atrage atenţia asupra neconcordanţei aparente a datelor experimentale din diferite surse documentare, din cauza diferenţelor respective, care se încadrează în categorii de confinare deosebită.

Valorile coeficienţilor K_{u1} şi K_{u2} — TABELA 4

Proba	Etaj geologic	Dacă este din strat productiv	Minerale din gr. montmorillonit	Minerale din gr. caolinitului	Minerale din gr. cloritului	K_{u_1}	K_{u_2}	$\frac{K_{u_1}}{K_{u_2}} = A$
24	Eocen	nu	f. mult	moderat	urme	7,295	4,158	1,75
12	Helveţian	i*, da	mult	moderat	moderat	4,88	1,934	2,52
22	Helveţian	i*, da	mult	mult	moderat	5,54	2,116	2,62
23	Helveţian	i*, da	mult	moderat	moderat	4,46	1,773	2,56
5	Helveţian	i*, da	mult	moderat	puţin	5,19	1,78	2,91
5'	Helveţian	da	mult	moderat	puţin	5,29	1,7945	2,94
3	Helveţian	i*, da	moderat	puţin	moderat	3,798	1,451	2,61
4	Helveţian	da	moderat	puţin	puţin	3,13	1,421	2,2
6	Helveţian	da	moderat	puţin	puţin	3,68	1,449	2,54
10	Helveţian	i*, da	moderat	puţin	moderat	4,45	1,5735	2,82
11	Helveţian	da	moderat	moderat	moderat	3,92	1,525	2,57
17	Dogger	da	moderat	puţin	—	3,515	1,444	2,44
19	Dogger	da	moderat	moderat	puţin	3,555	1,417	2,50
20	Dogger	da	moderat	moderat	moderat	3,91	1,4485	2,7
2	Helveţian	nu	puţin	puţin	puţin	3,625	1,2915	2,805
18	Dogger	da	puţin moderat	moderat	—	3,525	1,3665	2,58
1	Helveţian	nu	puţin	mult	moderat	5,16	1,295	2,98
1'	Helveţian	da	puţin	puţin	moderat	3,82	1,256	3,04
1''	Helveţian	da	puţin	puţin	puţin	3,7	1,256	2,94
7	Helveţian	da	puţin	puţin	moderat	3,698	1,336	2,76
8	Helveţian	da	puţin	moderat	—	2,47	1,361	2,55
9	Helveţian	da	puţin	moderat	puţin	3,285	1,2995	2,53
13	Helveţian	nu	puţin	mult	—	6,125	1,277	5,78
14	Meoţian	da	puţin	moderat	moderat	6,00	1,269	4,73
14'	Meoţian	i*, da	puţin	moderat	moderat	5,9625	1,2646	4,66
15	Meoţian	da	puţin	moderat	puţin	3,21	1,256	2,555
16	Meoţian	da	puţin	moderat	—	3,63	1,254	2,885
21'	Dogger	da	puţin	moderat	moderat	3,53	1,336	2,64

* Intercalaţii sterile în stratul productiv.

5. Se subliniază faptul că, în anumite condiţii ce se pot întîlni relativ frecvent în rocile colectoare, umflarea de tipul cu retenţie intercristalină poate fi destul de importantă din punctul de vedere al consecinţelor practice de producţie, chiar în cazul rocilor ce nu conţin minerale din grupa montmorillonitului, ci numai din celelalte grupe, clasice considerate ca neumflătoare.

BIBLIOGRAFIE

1. Barshad, G. I. În: Clays and Clay Technology Conf. Bull. **169**, 1955, p. 70.
2. Barshad, G. I. În: Am. Mineralogist, **34**, 1949, p. 675.
3. Barshad, G. I. În: Am. Mineralogist, **35**, 1950, p. 225.
4. Bartnes, T. A. În: Oil and Gas Journal, **52**, 1953, p. 55.
5. Browning, W. C. În: Journal of Petroleum Technology, nr. 10, oct. 1964, p. 1 177.
6. Cardwell, W. T. Clays and Clay Minerals, Third National Conference on Clays and Clay Minerals, oct. 1954, Washington, D.C. National Academy of Science, p. 482.
7. Glenn, E. E. şi Slusser, M. N. În: Am. Inst. Min. Met. Eng. Trass. 1957, p. 126.
8. Gorodnov, V. D. Geologhia i neftegozonostnosti prikapiskoi vpodîn i sopredelenîh s nei oblastei, Moskova, Gostoptehizdat, 1962.
9. Gorodnov, V. D., Jigaci, K. F., Adeli, I. V. şi Morozova, E. V. În: Neaftianoe hoziaistvo, nr. 4, 1964, p. 14.

10. Gorodnov, V. D. şi Pecernikov, F. V. În: Nefti i gaz, nr. 2, 1962, p. 32.
11. Hendriks, S. B., Nelson, R. A. şi Alexander, L. T. În: Am. Chem. Soc., **62**, iun. 1940, p. 1 457.
12. Jigaci, K. F., Adeli, I. V. şi Gorodnov, V. D. În: Nefti i gaz, nr. 5, 1961, p. 24.
13. Jigaci, K. F. şi Iarov, A. N. În: Nefti i Gaz, nr. 10, 1959, p. 13.
14. Jones, E. C. şi Robertson, H. E. În: Am. Mineralogist, **42**, iul-aug. 1960, p. 828.
15. Kinski, I. În: Petrol şi Gaze, nr. 5, 1962, p. 208.
16. Kister, E. C. În: Neftianoe hoziaistvo, nr. 8, 1947, p. 23.
17. Grim, E. R. Clay Mineralogy. New York, Mc. Graw Hill, 1953.
18. Manolescu, G. Curs de fizica zăcămintelor de ţiţei şi gaze. Bucureşti Ed. didactică, 1964, p. 277.
19. Manolescu, G. În: Buletinul I.P.G.G., **VI**, Bucureşti, 1960, p. 109.
20. Mering, I. În: Trans. Faraday Soc., **42** B, 1946, p. 205.
21. Money, R. W., Keenau, A. G., Wood, L. A. În: Journal of the Chem Soc., **74**, 1952, p. 1 371.
22. Nahin, P. A. Clays and Clay Minerals, Third National Conference on Clays and Clay Minerals, oct. 1954. Washington D. C., National Academy of Science, 1955, p. 174.
23. Norish, K. Discutions of the Faraday Soc., nr. 18, 1954, p. 120.
24. Soare, E. O. Teză de doctorat, I.P.G.G., Bucureşti, 1967.

ŞTIRI DIN ÎNTREPRINDERI

APLICÎND METODA DE SĂPARE CU JET

Circa 35% din volumul total al forajului pe care întreprinderea de specialitate din Ploieşti îl efectuează în acest an este realizat prin folosirea metodei moderne de săpare cu jet. Acest procent depăşeşte nivelul prevăzut pentru anul 1970. Aplicarea metodei duce la creşterea vitezelor mecanice. De exemplu, la una dintre sonde viteza mecanică a sporit cu circa 2 m/h.

Cu rezultate bune s-a încheiat, de asemenea, forajul altor 10 sonde forate peste plan. Totodată sînt realizate însemnate economii peste plan.

Extinderea rapidă a acestei metode se datoreşte aplicării măsurilor preconizate de specialiştii Institutului de cercetare foraj — extracţie din Cîmpina, în colaborare cu sondorii întreprinderii, precum şi folosirii cu randament sporit a instalaţiilor de foraj româneşti.

PERFECŢIONĂRI TEHNICE LA RAFINĂRIA DE LA BRAZI

În cadrul procesului de producţie al rafinăriei de la Brazi, care prelucrează mai bine de 30% din producţia de ţiţei a ţării, au intervenit o serie de perfecţionări tehnice, menite să contribuie la valorificarea superioară a ţiţeiului. Între altele, a fost generalizat sistemul automat de alimentare cu materie primă, ceea ce a avut ca efect micşorarea cu aproape 90% a pierderilor de ţiţei. De asemenea, s-au adus îmbunătăţiri tehnice şi de funcţionare proceselor de fabricaţie a hidrocarburilor aromatice, care asigură acestor produse un grad înaintat de puritate.

Ca urmare a acestor perfecţionări tehnice, în primele 10 luni ale anului 1969, valoarea produselor obţinute dintr-o tonă de ţiţei prelucrat a crescut cu 20%, comparativ cu anul 1968. S-au obţinut, de asemenea, economii şi beneficii suplimentare de peste 15 000 000 de lei.

REALIZĂRI VALOROASE LA ÎNTREPRINDEREA DE FORAJ CRAIOVA

La Întreprinderea de foraj din Craiova, în activitatea de săpare a sondelor, au fost aplicate două inovaţii valoroase, de largă rezonanţă în foraj, şi anume: o tehnologie modernă pentru degajarea garniturilor prinse în gaura de sondă şi o metodă de combatere a pierderilor de circulaţie, prin utilizarea unui amestec special de produse petroliere.

Tot în şantierele întreprinderii a fost experimentat cu succes un lot de sape cu role, de producţie românească, sape destinate sondelor adînci. Datorită atenţiei cu care au fost urmărite, precum şi parametrilor de foraj utilizaţi, performanţele acestor sape s-au situat la un nivel superior sapelor importate.

Noi interpretări ale variaţiilor de volum şi de presiune, observate la coloană, ca urmare a modificării regimului termic din sondă

I. Pantea şi Al. Stan

În practica de şantier s-a constatat că, în afară de pătrunderea gazelor pe la îmbinările filetate ale materialului tubular, un alt fenomen care duce la modificarea presiunilor din coloanele tubate îl constituie schimbarea temperaturii medii a fluidelor din sonde. Cazurile întîlnite mai frecvent în şantier sînt:

a) la traversarea stratelor cu temperaturi ridicate, în timpul forajului;

b) la cimentarea coloanelor tubate;

c) la înlocuirea fluidelor din coloana de exploatare cu fluide mai reci, în vederea verificării etanşeităţii acesteia sau în timpul probei de producţie;

d) la injecţia de fluide calde sau reci în formaţie.

În general, modificarea presiunilor observate la coloană, în şantiere, se atribuie pătrunderii gazelor sub presiune, neglijîndu-se dilataţia termică a fluidelor închise în spaţiile inelare.

Fundamentarea teoretică a problemei

Considerînd un volum de fluid V_0* într-un vas metalic (fig. 1), prin creşterea temperaturii

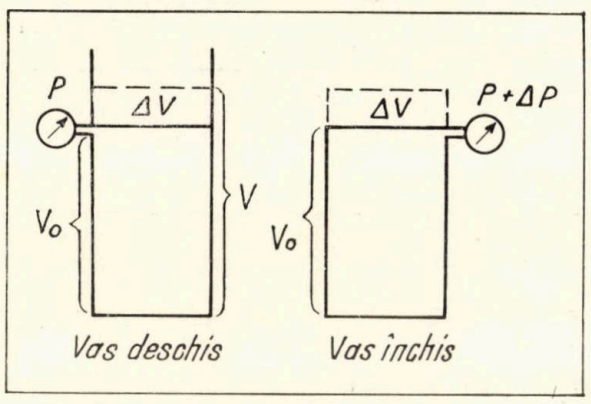


Fig. 1.

cu mărimea Δt, în cazul în care vasul este deschis, volumul V_0 va deveni:

$$V = V_0 (1 + \gamma \Delta t) \qquad (1)$$

Dacă vasul este închis, nu este posibilă expansiunea fluidului cu mărimea $\Delta V = V - V_0$. Ca urmare, se dezvoltă o suprapresiune ΔP dată de relaţia:

$$\Delta P = \frac{1}{\beta} \cdot \frac{\Delta V}{V}. \qquad (2)$$

Rezolvînd sistemul format de ecuaţiile (1) şi (2) şi neglijîndu-se produsul $\gamma\ \Delta t \cdot \beta \Delta P$, se obţine mărimea creşterii de presiune ΔP, în funcţie de creşterea de temperatură Δt:

$$\Delta P = \frac{\gamma}{\beta} \Delta t. \qquad (3)$$

În cazul apei, admiţînd că valoarea coeficientului de dilataţie volumetrică γ, pentru domeniul de temperaturi cuprinse între 0 şi 100 °C, este 18×10^{-5} grad^{-1} [3,5], iar pentru coeficientul de compresibilitate β, valorile pot

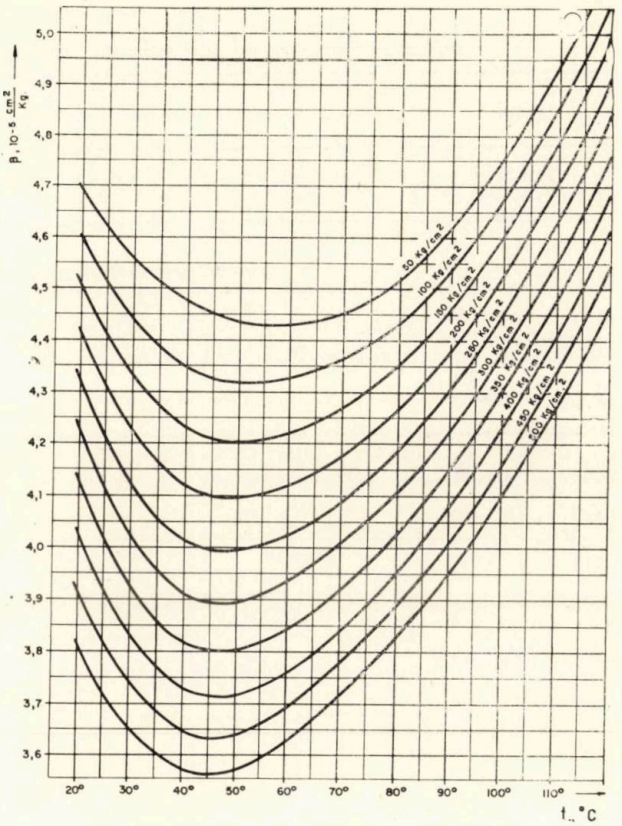


Fig. 2. Valorile coeficientului de compresibilitate β, 10^{-5} cm^2/kgf, al apei în domeniul de temperaturi şi de presiuni întîlnite în zăcămintele de petrol şi gaze, în funcţie de temperatură şi presiune [2].

* Semnificaţia notaţiilor şi indicaţiile bibliografice sînt date la sfîrşitul lucrării.

varia între $3,5 \times 10^{-5}$ și $5,5 \times 10^{-5}$ kgf/cm² (fig.2), rezultă că:

$$\Delta P = (3,42 - 5,14)\ \Delta t,\ \text{kgf/cm}^2. \quad (4)$$

Din cele specificate reiese că la valori mari ale creșterilor de temperatură au loc variații importante ale presiunilor în coloane închise, ceea ce poate să ducă la avarierea acestora.

Întrucît în sondă, simultan cu dilatația fluidelor, are loc și dilatația materialului tubular (mai mică decît cea a fluidelor, tabela 1), relația va deveni:

$$\Delta P = \frac{\gamma_{\text{fluid oțel}}}{\beta}\ \Delta t, \quad (5)$$

iar relația (1) capătă forma:

$$\Delta V = V - V_0 = V_0 \gamma_{\text{fluid-oțel}}\ \Delta t. \quad (6)$$

TABELA 1

Valorile coeficienților de dilatație volumetrică (γ) la temperatura de 20°C și presiunea de 760 mmHg [3]

Metale *	$10^5\ \gamma$, grad^{-1}	Fluide	$10^5\ \gamma$, grad^{-1}
Oțel	3,18	apă	18
Fier	3,63	țiței	100 (informativ)

* Pentru metale s-a aproximat că valoarea coeficientului de dilatație volumetrică γ este de trei ori mai mare decît coeficientul de dilatație liniară α.

Rezultă că pentru determinarea celor două mărimi ΔP și ΔV trebuie cunoscute valorile parametrilor $\gamma_{\text{fluid-oțel}}$, β Δt și V_0.

În majoritatea cazurilor, în spațiile inelare fiind fluid de foraj pe bază de apă, în estimările ce se fac asupra lui $\gamma_{\text{fluid-oțel}}$ și a lui β se consideră că fluidul existent este apa. Dat fiind că în literatura de specialitate consultată nu s-au găsit indicații privind mărimea coeficientului de dilatație termică a ansamblului fluid — material tubular, γ fluid-oțel, au fost inițiate o serie de experiențe de laborator pentru stabilirea acestui coeficient. Experiențele s-au efectuat cu ajutorul unei celule de oțel în care s-a introdus apă la temperatura de 25 °C, avînd o presiune inițială de 20 kgf/cm². Celula a fost introdusă apoi într-un termostat, a cărui temperatură a fost ridicată pînă la 25 °C, stabilindu-se valorile lui $\gamma_{\text{fluid-oțel}}$ în funcție de temperatura medie, redate în tabela 2.

În condiții de șantier, valoarea creșterii temperaturii Δt se stabilește cu ajutorul măsurărilor de temperatură executate la sondă. În lipsa acestor măsurări se pot utiliza relațiile analitice cunoscute [1, 6]. Volumul inițial de fluid V_0 din coloana de exploatare sau din spațiile inelare se calculează ca produs între lungimea coloanei de fluid L și volumul unitar Q, redat în tabela 3.

TABELA 2

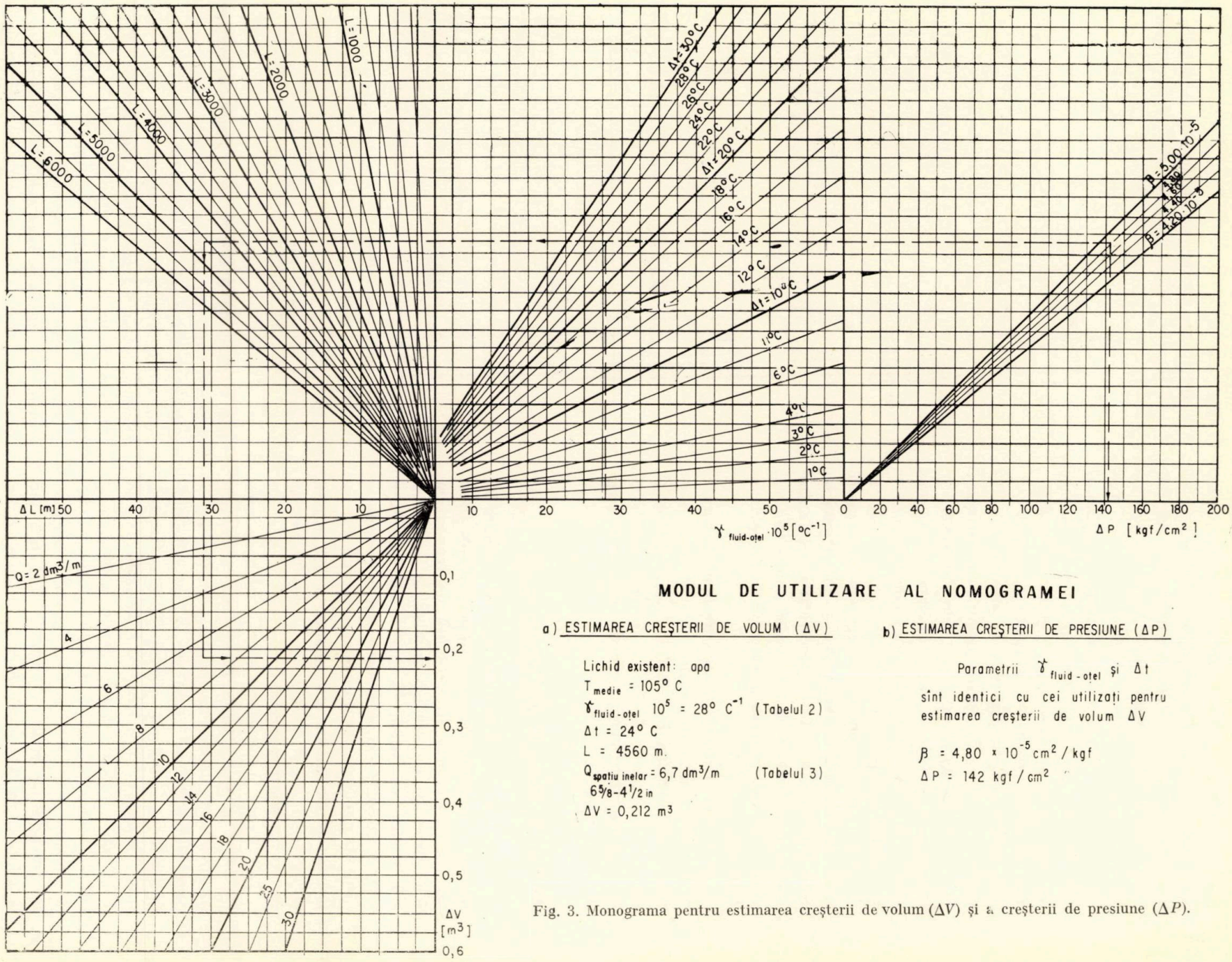
Variația coeficientului de dilatație volumetrică γ fluid-oțel în funcție de temperatura medie

T_{medie} °C	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$\gamma_{\text{fluid-oțel}}$ 10^5 [°C^{-1}]	10,2	10,5	10,8	11,5	12,8	15,2	18,2	21,6	25	30

TABELA 3

Volumul coloanei de exploatare și al spațiului inelar (Q dm³/m)

Diam. nom. al col. interioare, inci.		$10_{3/4}$	$9_{5/8}$	$7_{5/8}$	7	$6_{5/8}$	$5_{1/2}$	5	$4_{1/2}$	Tubing	
										$2_{7/8}$	$2_{3/8}$
D. nom. col. ext. inci.	vol. int. al col. O dm³/m	Volumul spațiului inelar Q, dm³/m.									
14 3/4	98	39,5	51								
13 3/8	78		31								
10 3/4	47			17,5							
9 5/8	37			7,5	12,2	14,7	21,7	24,3			
7 5/8	23						7,7	10,3	12,7	18,8	20,1
7	18								7,7	13,8	15,1
6 5/8	17								6,7	12,8	14,1
5 1/2	11,6									7,4	8,7
5	9,3									5,1	6,4
4 1/2	7,5										4,6



MODUL DE UTILIZARE AL NOMOGRAMEI

a) ESTIMAREA CREŞTERII DE VOLUM (ΔV)

Lichid existent: apa
T_{medie} = 105° C
$\gamma_{fluid-oțel}\ 10^5$ = 28° C^{-1} (Tabelul 2)
Δt = 24° C
L = 4560 m.
$Q_{spațiu\ inelar}$ = 6,7 dm³/m (Tabelul 3)
$6^5/_8$-$4^1/_2$ in
ΔV = 0,212 m³

b) ESTIMAREA CREŞTERII DE PRESIUNE (ΔP)

Parametrii $\gamma_{fluid-oțel}$ şi Δt sînt identici cu cei utilizaţi pentru estimarea creşterii de volum ΔV

β = 4,80 × 10^{-5} cm^2 / kgf
ΔP = 142 kgf / cm^2

Fig. 3. Monograma pentru estimarea creşterii de volum (ΔV) şi a creşterii de presiune (ΔP).

Pentru rezolvarea în şantier a problemelor amintite, relaţiile (5) şi (6) au fost nomografiate. Ambele valori se pot determina pe aceeaşi nomogramă (fig. 3). Valoarea-răspuns a lui ΔP se găseşte utilizînd variabilele Δt şi β, plecînd de la o valoare dată pentru $\gamma_{\text{fluid-oţel}}$. Valoarea-răspuns a lui ΔV se determină utilizînd variabilele Δt, L şi Q, plecînd tot de la aceeaşi valoare dată a lui $\gamma_{\text{fluid-oţel}}$. Schema de utilizare a nomogramei este indicată de săgeţi.

Se relevă că, în practica de şantier, valorile variaţiilor de volum şi de presiune înregistrate la sonde pot fi diferite de cele calculate cu relaţiile (5) şi (6). În cazul în care diferenţele sînt mici, acestea se pot datora erorilor introduse în evaluarea parametrilor $\gamma_{\text{fluid-oţel}}$ β, Δt, şi V_0. Dacă diferenţele sînt mari sau de sensuri opuse la cele două mărimi ΔV şi ΔP, atunci se consideră că în afara modificării regimului termic din sondă mai acţionează şi alţi factori, cum ar fi pătrunderea gazelor pe la îmbinările filetate.

Evaluarea variaţiilor de presiune datorate modificării regimului termic constituie o problemă mai dificilă în cazul în care în coloane există un amestec de fluide (de exemplu apă şi produse petroliere), într-un domeniu larg de temperaturi.

Aspecte observate în practica de şantier

La punerea în producţie a sondei 4 Spineni de 4 600 m adîncime, cu o temperatură de fund de 148°C, s-a scos în evidenţă pentru prima dată aspectul modificării presiunilor la coloanele tubate, ca urmare a modificării regimului termic. Această sondă a fost pusă în producţie printr-o garnitură de ţevi de extracţie 2 3/8 in, prevăzută cu pacher de coloană 4 1/2 in, la circa 4 565 m şi avînd un fluid special de pacher în spaţiul inelar.

În timpul producerii sondei, temperatura fluidului la suprafaţă a înregistrat o valoare de circa 70°C pentru un debit de 100 000 m³ N gaze şi de 20 m³ ţiţei pe zi. La coloanele necimentate pînă la suprafaţă şi etanşate, s-au constatat următoarele: la coloana de 4 1/2 in, presiunea a crescut de la 50 la 176 kgf/cm², după 15 ore de la deschiderea sondei, la coloana de 6 5/8 in s-au observat creşteri ale presiunii de la 40 la circa 105 kgf/cm², iar la coloana de 9 5/8 in, în acelaşi interval de timp, creşteri de la circa 35 la 75 kgf/cm² (fig. 4 şi 5).

După un timp de producere a sondei de 14 zile (14. III — 28. III 1968), la coloanele

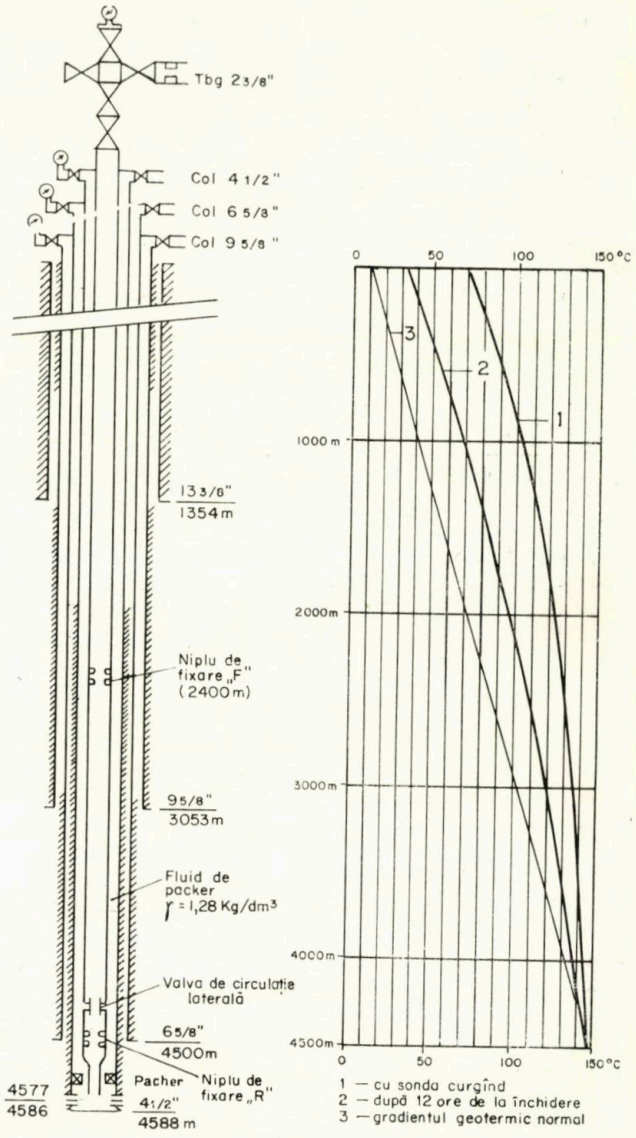


Fig. 4. Schema instalaţiei de fluid şi variaţia temperaturii în lungul ţevilor de extracţie la sonda 4S.

de 4 1/2 şi de 6 5/8 in s-au observat creşteri ale presiunii de acelaşi ordin de mărime, dar dintr-un domeniu de temperaturi mai ridicat, din cauza echilibrului termic creat între fluidele din sondă şi formaţiunile străbătute. Aspectul invers, de scădere a presiunilor la coloane, s-a constatat în timpul închiderii sondei. Valorile variaţiilor de presiune înregistrate la această sondă ca urmare a modificării regimului termic au fost în concordanţă cu cele estimate

prin procedeul indicat în lucrare. Cazuri similare cu cel prezentat au fost observate şi la alte sonde din Republica Socialistă România, în timpul diferitelor operaţii efectuate, cum sînt: pomparea de fluide reci în coloane, cimentarea coloanelor etc.

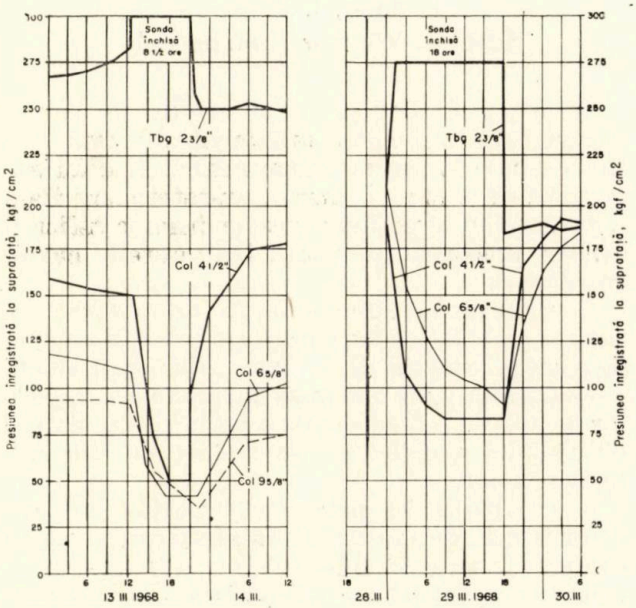


Fig. 5. Variaţia presiunilor înregistrate la suprafaţă în perioadele de producere şi închidere a sondei 4S, ca urmare a modificării regimului tehnic.

Concluzii

Modificarea regimului termic în timpul unor operaţii efectuate la sonde duce la variaţii importante ale presiunii fluidelor existente în coloanele etanşate la suprafaţă. Pînă în prezent acest aspect a fost neglijat în practica de şantier. Estimarea variaţiilor de presiune din coloane, prin procedeul prezentat în lucrare, permite înţelegerea mai completă a unor fenomene ce au loc în practica de şantier şi dă posibilitatea luării măsurilor adecvate pentru prevenirea accidentelor tehnice.

NOTAŢII

V_0 — reprezintă volumul fluidului din coloană sau din spaţiul inelar, dm^3;

V — valoarea volumului V_0 după modificarea regimului termic din sondă, dm^3;

ΔV — $V - V_0$ dm^3;

ΔP — variaţia presiunii fluidului ca urmare a modificării regimului termic din sondă, kgf/cm^2;

α — coeficientul de dilataţie liniară al metalelor, $grad^{-1}$;

β — coeficientul de compresibilitate al fluidelor închise în spaţiile inelare, cm^2/kgf;

γ — coeficientul de dilataţie volumetrică al fluidelor din spaţiile inelare, $grad^{-1}$;

$\gamma_{fluid\text{-}oţel}$ — un coeficient de dilataţie volumetrică ce ţine seama atît de dilataţia volumetrică a materialului tubular, cît şi de cea a fluidelor din spaţiile inelare, $grad^{-1}$;

T_{medie} — temperatura medie a fluidului, considerată la adîncimea $\frac{L}{2}$, °C;

Δt — variaţia de temperatură la care sînt supuse fluidele din spaţiile inelare, °C;

L — lungimea coloanei de fluid considerată ca fiind supusă unei variaţii de temperatură Δt, m;

Q — volumul fluidului conţinut într-un metru liniar de spaţiu inelar, dm^3/m.

BIBLIOGRAFIE

1. Haddenhorst, H. G. şi Graf, R. Der Temperaturverlauf in Erdölfördersonden. În: Erdoel Zeitschrift, **73**, Oktober 1957 Heft 10.
2. * * * Manualul inginerului petrolist, **44**, Ed. tehnică, Bucureşti, 1955.
3. * * * Manualul inginerului I, Ed. tehnică, Bucureşti, 1965.
4. Pentcovski, M. V. Nomografia, Ed. tehnică, Bucureşti, 1952.
5. Pantea, I. şi colab. Îmbunătăţirea metodelor de punere în producţie a sondelor de mare adîncime. Problema ICFE, 18. 27. 2. 1968 — material nepublicat.
6. Seiman, A B. şi colab. Poteri tepla v stvole scvajini pri nagnetanii v plast goriacei vodi—Experimentalnie usledovania v oblasti razrabotki glubokih neftianih i gazovih mestorojenie Nauka.
7. Wertand, E. R. şi Lindsey, H. E. Jr. Completion Practice and Techniques in Deep Gas Producers of the Delaware Basin. În: Journal of Petroleum Technology, sept, 1968.

Relaţii între modificările structurale ale catalizatorilor silice-alumină şi activitatea lor de cracare a cumenului

F. Pană, I. Zîrnă,
E. Welther şi M. Barbul

Ameliorarea calităţii catalizatorilor de cracare constituie o preocupare pe plan mondial, avînd în vedere ponderea pe care o au procesele de cracare catalitică în industria de prelucrare a ţiţeiului.

Pentru a corespunde aplicării industriale, catalizatorii de cracare trebuie să posede o mare activitate, o selectivitate ridicată, o înaltă stabilitate termică, atît în absenţa cît şi în prezenţa aburului, precum şi o bună rezistenţă la otrăvirea cu metale grele şi cu compuşi cu azot.

Aceste proprietăţi sînt o rezultantă a compoziţiei chimice şi a unor condiţii de preparare care imprimă catalizatorului anumite caracteristici structurale şi texturale. De aceea, fabricarea catalizatorilor de cracare necesită un control riguros al compoziţiei chimice, al structurii fizice şi al performanţelor acestora.

Gelurile mixte silice-alumină sînt, în esenţă, mase de contact, care, la cracarea hidrocarburilor, sînt supuse unor temperaturi ridicate, în jur de 500°C, regenerarea implicînd temperaturi de circa 650°, în prezenţa vaporilor de apă. Exploatarea catalizatorilor în aceste condiţii are ca efect inevitabil îmbătrînirea treptată a acestora, evidenţiată prin modificări texturale, ca : scăderea suprafeţei specifice şi a volumului de pori, însoţite de o scădere a activităţii şi a selectivităţii. Este evident, deci, că rezistenţa la îmbătrînire, adică stabilitatea catalizatorilor, este de o deosebită importanţă economică şi tehnică.

Studiul îmbătrînirii catalizatorilor de cracare a făcut obiectul a numeroase publicaţii. În general, dezactivarea se apreciază indirect, studiind modificarea unor caracteristici ca suprafaţă specifică, volumul de pori, aciditatea sau activitatea, ca urmare a unor tratamente termice sau hidrotermice (cu abur). Schimbările produse în proprietăţile texturale şi catalitice furnizează informaţii privind stabilitatea relativă a structurii agregatelor primare ale gelului de silice-alumină.

Ashley şi Innes [2] au descris rezultatele studiilor preparării catalizatorilor silice-alumină de porozitate variabilă şi au arătat că stabilitatea termică şi hidrotermică este o funcţie a volumului de pori.

Ries [16] a efectuat un studiu în care se examinează influenţa tratamentului termic şi hidrotermic la diverse temperaturi şi în diferite condiţii de presiune, asupra suprafeţei specifice, a volumului de pori şi a razelor porilor catalizatorilor proaspeţi şi uzaţi. Din aceste lucrări rezultă că :

— Gelurile de silice-alumină au o structură relativ stabilă, iar suprafaţa specifică nu suferă o scădere bruscă decît între 800 şi 1 000°C.

— Catalizatorii calcinaţi în prezenţa vaporilor de apă au o rază medie a porilor mai mare şi o suprafaţă specifică mai mică decît cei calcinaţi în aer uscat.

— Încălzirea în prezenţa vaporilor de apă accelerează deteriorarea catalizatorului şi îi conferă proprietăţi identice cu cele pe care i le-ar da o utilizare industrială îndelungată.

Schlaffer, Morgan şi Wilson [17] au făcut un studiu sistematic al vitezei de modificare a suprafeţei specifice şi a volumului de pori al catalizatorilor de cracare silice-alumină expuşi la temperaturi cuprinse între 478 şi 950°C şi la abur cu o presiune parţială de 0—7 at. Ei au arătat că atît temperatura cît şi presiunea aburului exercită o puternică influenţă asupra scăderii suprafeţei specifice. De asemenea, au arătat că scăderea suprafeţei specifice este descrisă exact de o ecuaţie empirică de forma :

$$-dS/dt = KS_n,$$

unde :

S este suprafaţa specifică ;

t — timpul ;

n şi K — constante la o serie de condiţii date ;

şi au propus diferite mecanisme posibile de transport de masă în procesul de îmbătrînire.

Ramser şi Hill [15] constată că încălzirea unui catalizator industrial, în aer uscat, timp de 2 ore la 870°C, provoacă o diminuare cu 69% a suprafeţei specifice. În prezenţa vaporilor de apă, la numai 620°C, suprafaţa specifică se reduce cu 79%. Fowler şi Ivey [8] precum şi Dobres şi colaboratorii [6] obţin rezultate similare, iar Kiselev şi Nikitin [11] arată că gelurile cu porozitate neomogenă au stabilitate mai mică.

Dobicin şi Ţellinskaia [5] au arătat că activitatea catalitică pe unitatea de suprafaţă a catalizatorului silice-alumină, la cracarea cumenului, rămîne constantă, cu toate

că suprafaţa specifică a solidului variază în largă măsură, ca urmare a tratamentului cu vapori de apă la temperatură înaltă. Această concluzie este însă contrazisă de alte date experimentale. Pe de altă parte, lucrările lui Hansford [10] şi cele ale lui Maatman şi Prater [12] acreditează ideea că nu trebuie supraestimată importanţa vaporilor de apă la dezactivarea catalizatorilor. După observaţiile autorilor, un catalizator încălzit în prezenţa vaporilor de apă şi care a pierdut o mare parte din activitatea sa de cracare iniţială, şi-o recapătă în întregime — dar nu şi suprafaţa — prin simpla rehidratare la temperatura ambiantă.

Punerea în evidenţă directă a schimbării structurii particulelor primare ale catalizatorilor silice—alumină, ca urmare a tratamentului termic şi hidrotermic, a fost realizată de Adams şi de Vogé [1], utilizînd microscopia electronică. Ei au arătat că în timpul tratamentului are loc o creştere a particulelor individuale mai mari pe seama dispariţiei celor mai mici, creştere care se reflectă în modificările texturale ale gelului. Determinări de suprafaţă specifică prin metoda electronomicroscopică pe probe de catalizatori proaspeţi şi dezactivaţi au arătat o concordanţă satisfăcătoare cu determinările efectuate prin adsorbţie.

Trambouze şi colaboratorii [20] au efectuat un studiu multilateral al transformărilor gelurilor de silice—alumină în timpul tratamentelor termice şi hidrotermice, prin difracţie de raze X, analiză termodiferenţială, adsorbţie de amoniac şi prin determinarea activităţii de cracare a cumenului. Ei au pus în evidenţă o transformare exotermă ireversibilă a gelurilor de silice—alumină, în jurul temperaturii de 580°C. La aceeaşi temperatură se constată un maximum de aciditate protonică şi Lewis, o încetinire în pierderea de greutate şi o diminuare marcată a adsorbţiei de amoniac. Un studiu sistematic efectuat pe geluri cu compoziţie variind între 10 şi 25% alumină arată că temperatura de transformare exotermă este cu atît mai ridicată, cu cît solidul este mai bogat în alumină. Vaporii de apă provoacă o scădere a temperaturii la care se produc aceste fenomene, iar la circa 400°C maximul exotermic, practic, dispare. Studiul activităţii catalitice în funcţie de temperatura de tratare arată că reacţia exotermică observată are o mare influenţă asupra acestei activităţi. Autorii sugerează că această transformare exotermă este legată de neutralizarea centrilor acizi Lewis de către grupările oxidril eliberate de structura solidului. Adsorbţia acestor radicali pe centrii Lewis este însoţită de o mare degajare de energie. Trambouze şi colaboratorii constată, contrar celor afirmate de alte publicaţii [5], că activitatea specifică la cracarea cumenului scade o dată cu creşterea temperaturii tratamentului hidrotermic.

După unele indicaţii [7], ionii metalelor alcaline, în special sodiul, micşorează stabilitatea termică şi hidrotermică a catalizatorilor silice-alumină.

Din datele de literatură prezentate care sînt în multe cazuri contradictorii, rezultă că problema dezactivării catalizatorilor de cracare nu a fost complet elucidată şi că aceste date trebuie privite cu rezervă.

Pornind de la elaborarea unei metode de testare a stabilităţii catalizatorilor de cracare microsferici, lucrarea de faţă îşi propune să examineze interdependenţa dintre modificările texturale şi activitatea de cracare a cumenului, în funcţie de condiţiile tratamentului termic sau hidrotermic.

Partea experimentală

1. *Catalizatorul*

Experimentările s-au făcut pe un catalizator industrial silice—alumină, de formă microsferică. Acesta conţine 28,60% Al_2O_3, 0,09% Fe_2O_3, 0,0076% Na_2O şi 0,08% SO_4^{2-}, exprimate în greutate. Compoziţia granulometrică determinată prin sitare [9, 13] a fost următoarea:

0— 25 μ	5,95 %
25— 40 μ	19,40 %
40— 63 μ	33,70 %
63—125 μ	34,75 %
peste 125 μ	6,20 %

Catalizatorul proaspăt are o suprafaţă specifică de 377 m^2/g şi un volum de pori de 0,67 cm^3/g.

2. *Îmbătrînirea termică*

Catalizatorul s-a calcinat în strat fluidizat, la temperatura dorită, într-un tub de cuarţ introdus într-un cuptor electric. Fluidizarea s-a făcut cu un curent de aer uscat, la viteza de 0,16 $cm^3/min/g$ catalizator. Temperatura s-a menţinut cu o precizie de $\pm$ 5°C, cu ajutorul unui regulator, iar timpul de calcinare s-a considerat din momentul atingerii temperaturii propuse.

3. *Îmbătrînirea hidrotermică (cu abur)*

Îmbătrînirea cu abur a catalizatorului s-a efectuat într-un tub de oţel inoxidabil (V_2A). La partea inferioară a tubului s-a aşezat un strat de umplutură de cuarţ, dispus pe o sită metalică, iar peste umplutură s-a introdus catalizatorul microsferic. La partea superioară tubul a fost prevăzut cu un strat filtrant termorezistent, care a permis trecerea vaporilor de apă, reţinînd particulele de catalizator antrenate. Vaporii de apă necesari tratamentului s-au obţinut prin vaporizarea apei într-o serpentină legată solidar cu tubul, ambele fiind introduse într-un cuptor electric. Alimentarea cu apă s-a făcut la un debit constant de 1 cm^3/min,

cu ajutorul unei pompe microdozatoare. Temperatura s-a menținut la nivelul dorit cu ajutorul unui regulator, termocuplul fiind plasat în stratul de catalizator. Precizia de reglare a temperaturii a fost de ± 5°C. Presiunea aburului în sistem a fost de circa 1,8 ata.

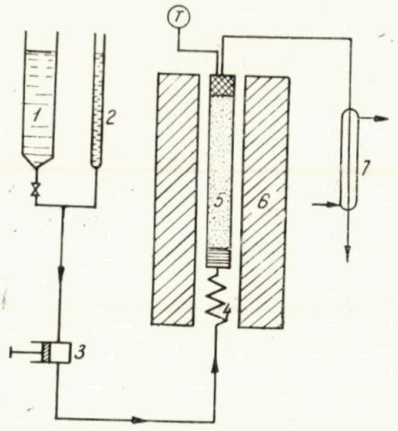


Fig. 1. Schema instalației de tratare cu abur și a catalizatorilor : *1* — vas de apă; *2* — biureta de control al debitului; *3* — pompă dozatoare; *4* — evaporator; *5* — reactor de tratare cu abur; *6* — cuptor electric; *7* — condensator; *T* — termoregulator.

Schema instalației de îmbătrînire hidrotermică este redată în figura 1.

4. *Determinarea proprietăților texturale*

Modificarea proprietăților texturale (suprafață specifică, volum de pori, distribuție de pori) ca urmare a îmbătrînirii gelului, s-a urmărit prin metoda B.E.T. [4, 9, 13].

5. *Determinarea activității catalizatorului*

Activitatea înainte și după tratamentele termice și hidrotermice s-a determinat prin cracarea cumenului, într-un microreactor cu strat fierbător de catalizator. Alimentarea microreactorului s-a făcut prin vaporizare la temperatură constantă a cumenului în curent de gaz purtător, hidrogen. Analiza produșilor de reacție s-a efectuat cu un cromatograf de gaze cuplat cu microreactorul.

Reacția de cracare a cumenului oferă o metodă simplă și rapidă de apreciere a activității catalizatorilor de cracare. În același timp, metoda este reproductibilă, precisă, iar rezultatele experimentale ușor de interpretat, datorită lipsei, practic, complete a produselor de reacție secundare.

În ceea ce privește corelarea dintre activitatea determinată prin cracarea cumenului și activitatea determinată prin cracarea unei motorine, literatura [14] indică o relație liniară.

Condițiile de lucru au fost următoarele :

— cantitatea de catalizator : 1 cm^3;

— granulația catalizatorului: 0,08—0,125 mm;

— temperatura de reacție s-a menținut cu precizie de ± 2°C,

— temperatura de vaporizare a cumenului : 20°C;

— viteza de alimentare a cumenului : $9{,}06 \cdot 10^{-7}$ moli/s.

Modul de lucru și aparatura au fost descrise detaliat într-o publicație anterioară [3].

Activitatea catalizatorilor s-a exprimat prin indicele de activitate, (IAc.) care are dimensiunea vitezei de reacție :

$$IAc = \frac{\text{moli cumen transformați}}{\text{s} \times \text{g de catalizator}}.$$

Indicii de activitate dați în tabele, cînd nu se specifică temperatura de reacție, se referă la cracarea cumenului la 350°C.

Datele obținute la îmbătrînirea termică la temperaturi de 700 și de 800°C și la durate de 5, 10 și 20 de ore sînt reproduse în tabelul 1, în care catalizatorul proaspăt s-a notat cu T_0 iar probele supuse tratamentului termic s-au notat cu T_1, T_2, T_3 și T_4.

În condițiile de mai sus, catalizatorul studiat a prezentat o mare stabilitate, înregistrîndu-se numai o mică scădere a suprafeței specifice, a volumului de pori și a indicelui de activitate. Raza medie a porilor a crescut de la 35 Å, la catalizatorul proaspăt, la 46 Å, la catalizatorul calcinat timp de 10 ore la 800°C.

Deși încercările au fost restrînse ca număr, se remarcă faptul că influența temperaturii este mai pronunțată în comparație cu influența duratei de calcinare.

TABELA 1

Influența tratamentului termic asupra proprietăților texturale și catalitice

Proba	Condiții de tratament		Proprietăți texturale			Indice de activitate $\frac{\text{moli cumen}}{\text{s} \times \text{g catalizator}} \times 10^{-7}$
	temperatura, °C	durata, ore	suprafață specifică, m^2/g	volum de pori, cm^3/g	rază medie a porilor, Å	
T_0 (Catalizator proaspăt)	—	—	377	0,67	35	2,30
T_1	700	5	328	0,65	42	2,21
T_2	700	20	290	0,63	43	2,02
T_3	800	5	272	0,60	44	1,99
T_4	800	10	237	0,55	46	1,70

În cazul îmbătrînirii hidrotermice, modificările produse asupra catalizatorilor sînt mai profunde, aşa cum se observă din datele redate în tabelele 2 şi 3. Probele supuse tratamentului cu abur s-au notat cu A_1, A_2, A_3 etc., spre deosebire de catalizatorul proaspăt, notat aici cu A_0.

Variind temperatura de expunere de la 500 la 900°C, s-a observat o scădere marcată a suprafeţei specifice, în timp ce volumul de pori scade mai lent. Astfel, la o expunere de 5 ore la 700°C, se înregistrează o diminuare de 43% a suprafeţei specifice, în timp ce, la o expunere de 5 ore la 900°C, această diminuare este de peste 90%. În aceleaşi condiţii, volumul de pori a scăzut respectiv cu 46 şi cu 83% din valoarea iniţială. Această scădere a volumului de pori se reflectă şi în modificarea distribuţiei dimensiunilor porilor. Se remarcă o dispariţie a porilor mici în favoarea creşterii numărului de pori mai mari. La temperaturi de peste 700°C dispar total porii cu dimensiuni cuprinse între 0—25 Å şi creşte procentul de pori de 50—300 Å. Ca urmare a acestor modificări, raza medie a porilor creşte de la 35 Å, la catalizatorul proaspăt, la 151 Å, la proba A_7.

Scăderea suprafeţei specifice provoacă în consecinţă o diminuare substanţială a indicelui de activitate, care, la temperaturi de tratare cu abur de peste 740°C, este practic nul.

Din datele prezentate apare evident faptul că durata de tratare cu abur exercită o influenţă mai slabă decît temperatura de tratare. Mărirea duratei de expunere la abur duce, de asemenea, la scăderea suprafeţei specifice, a volumului de pori şi a indicelui de activitate, dar scăderea este mai lentă. Compararea datelor din tabelele 2 şi 3 duce la observaţia că o creştere a temperaturii de tratare cu abur de circa 60°C (de la 700 la 760°C) are aproximativ acelaşi efect ca şi mărirea duratei de tratare la 700°C cu 15 ore (de la 5 la 20 de ore).

Din datele experimentale obţinute la cracarea cumenului la diferite temperaturi şi în prezenţa diferitelor probe de catalizatori, s-au calculat energiile aparente de activare pentru reacţia mai sus-menţionată. În tabelul 4 şi în

TABELA 2

Influenţa temperaturii de tratare cu abur asupra proprietăţilor texturale şi catalitice

Proba	Condiţii de tratament		Proprietăţi texturale							Indice de activitate, $\frac{\text{molicumen}}{\text{s} \times \text{g catalizator}} \times 10^{-7}$
	temperatură, °C	durată, ore	suprafaţă specifică, m^2/g	volum de pori, cm^3/g	rază medie a porilor, Å	distribuţia dimensiunilor porilor, %				
						0—25 Å	25—50 Å	50—100 Å	100—300 Å	
A_0 (catalizator proaspăt)	—	—	377	0,67	35	39	42	5	14	2,30
A_1	500	5	265	0,62	46	12	41	34	13	0,60
A_2	600	5	230	0,58	50	6	42	38	14	0,55
A_3	700	5	216	0,56	52	0	41	43	16	0,35
A_4	740	5	156	0,53	69	0	16	59	25	0,106
A_5	760	5	153	0,53	70	0	4	60	36	0,13
A_6	800	5	85	0,50	117	0	0	18,6	81,4	0,00
A_7	900	5	41	0,31	151	0	0	16	84	0,00

TABELA 3

Influenţa duratei de tratare cu abur asupra proprietăţilor texturale şi catalitice

Proba	Condiţii de tratare		Proprietăţi texturale							Indice de activitate, $\frac{\text{molicumen}}{\text{s} \times \text{g catalizator}} \times 10^{-7}$
	temperatura, °C	durata, ore	suprafaţă specifică, m^2/g	volum de pori, cm^3/g	rază medie a porilor, Å	distribuţia dimensiunilor porilor, %				
						0—25 Å	25—50 Å	50—100 Å	100—300 Å	
A_0 (catalizator proaspăt)	—	—	377	0,67	35	39	42	5	14	2,30
A_3	700	5	216	0,56	52	0	41	43	16	0,35
A_8	700	6	205	0,55	53	0	31	49	20	0,20
A_9	700	10	154	0,51	66	0	20	62	18	0,20
A_{10}	700	15	150	0,51	68	0	21	61	17	0,21
A_{11}	700	20	148	0,49	70	0	15	65	20	0,195

figura 2 sînt prezentate datele experimentale şi energiile de activare calculate în intervalul de temperatură 350—450°C.

Energiile aparente de activare ale catalizatorilor trataţi termic sînt mai mici decît energiile aparente de activare ale catalizatorilor supuşi tratamentului hidrotermic şi foarte apropiate valoric de cele ale catalizatorului proaspăt. În cazul catalizatorilor trataţi cu abur, energiile aparente de activare cresc o dată cu creşterea temperaturii de tratare.

Aceste constatări sugerează ideea că modificările produse de tratamentul termic nu afectează natura centrilor activi, ci numai numărul acestora, în timp ce tratamentul cu abur (hidrotermic) are un efect mai profund, modificînd probabil nu numai numărul, dar şi natura centrilor activi de pe suprafaţa catalizatorului. Acest lucru pare să fie confirmat şi de datele din tabelul 5, unde este dată variaţia activităţii specifice, în funcţie de temperatura de tratare termică şi hidrotermică, comparativ cu activitatea specifică a catalizatorului proaspăt, la diferite temperaturi de cracare a cumenului. Catalizatorii trataţi termic (T_1 şi T_3), timp de 5 ore la 700 şi la 800°C, n-au prezentat deosebiri esenţiale faţă de catalizatorul proaspăt. La catalizatorii supuşi tratamentului cu abur se observă o bună regularitate în descreşterea activităţii specifice o dată cu creşterea temperaturii de tratare. Aceste date sînt întru totul concordante cu energiile de activare determinate mai sus.

În figura 3 s-au reprezentat indicii de activitate specifică în funcţie de temperatura de tratare cu abur, pentru temperaturi de cracare a cumenului de 350, 375, 400 şi 425°C. Din curbele obţinute se observă că activitatea specifică scade relativ lent la temperaturi de tratare sub 700°C, după care scăderea este mai bruscă.

Influenţa diferită a tratamentului termic şi hidrotermic asupra gelurilor de silice-alumină este probabil rezultatul unor mecanisme de îmbătrînire diferite.

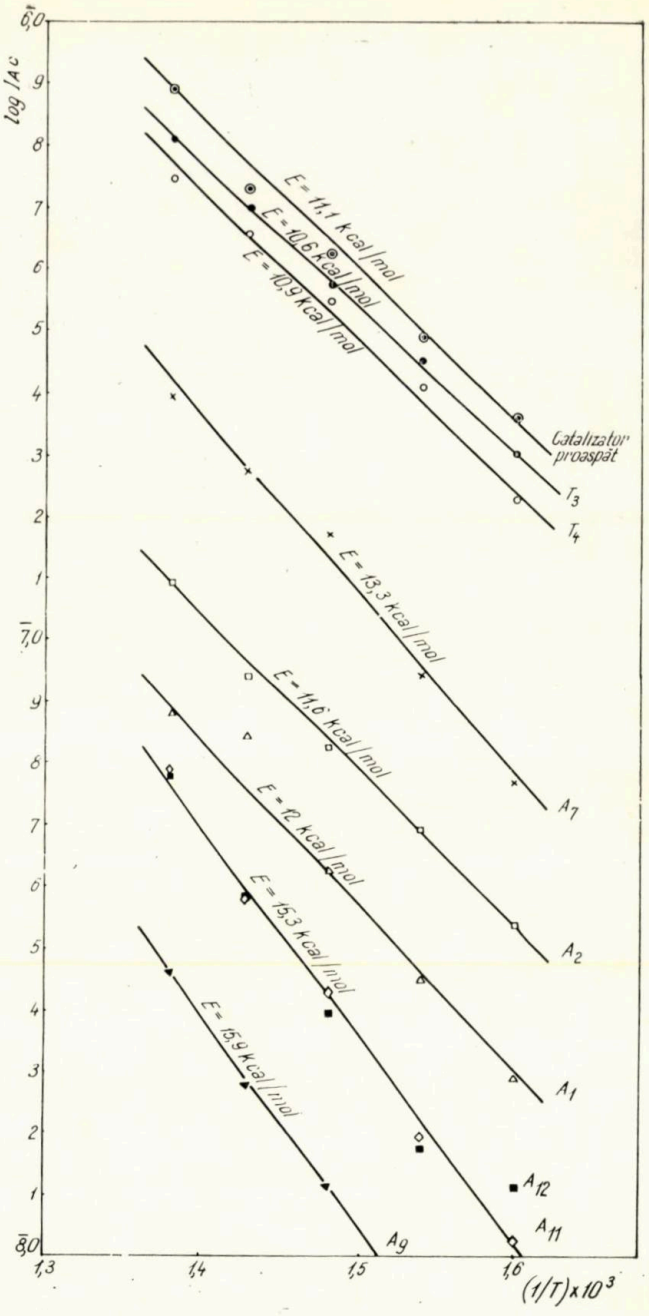


Fig. 2. Modificarea energiei aparente de activare a catalizatorilor prin tratare termică şi cu abur.

Date experimentale pentru determinarea energiilor de activare TABELA 4

Proba	Indice de activitate (moli cumen/s × g catalizator) × 10^{-7}				
	350°C	375°C	400°C	425°C	450°C
Catalizator proaspăt	2,30	3,10	4,20	5,40	7,80
T_1	2,00	2,85	3,75	5,00	6,50
T_3	1,70	2,50	3,60	4,50	5,50
A_1	0,60	0,88	1,50	1,90	2,50
A_3	0,35	0,50	0,67	0,88	1,25
A_4	0,106	0,16	0,27	0,38	0,62
A_5	0,13	0,15	0,25	0,38	0,60
A_6	0,00	0,00	0,13	0,19	0,29
A_{11}	0,20	0,28	0,42	0,70	0,76

TABELA 5

Variația activității specifice în funcție de temperatura de tratare termică și hidrotermică

Proba	Indice de activitate specifică, (moli cumen/s × m² × g catalizator) × 10⁻¹⁰				
	350°C	375°C	400°C	425°C	450°C
Catalizator proaspăt	6,10	8,2	11,1	14,3	20,6
T_1	6,8	9,8	12,9	17,2	22,4
T_3	5,9	8,9	12,5	15,6	19,1
A_1	2,2	3,3	5,9	7,1	9,4
A_2	1,8	2,6	3,2	5,0	8,9
A_3	1,6	2,3	3,1	4,0	5,7
A_4	0,69	1,0	1,7	2,4	3,9
A_5	0,80	0,98	1,6	2,4	3,8
A_6	0,00	0,00	1,5	2,2	3,4

În lucrări anterioare [18, 19], s-a sugerat că gelurile anorganice constau din agregate de particule individuale mici, de formă sferică, cu diametru mediu de circa 50 Å. Punerea în evidență directă a acestora a fost făcută cu microscopul electronic [1, 2] asupra catalizatorilor de cracare și asupra silicagelurilor. Catalizatorii de cracare apar astfel ca un ansamblu de particule sferice mici, dense, așezate într-o împachetare întîmplătoare, mai densă

Fig. 3. Variația activității specifice în funcție de temperatura de tratare cu abur:
× – temperatură de cracare 350°C; ● – temperatură de cracare 375°C;
○ – temperatura de cracare 400°C; ◇ – temperatură de cracare 425°C.

sau mai lejeră, formînd niște agregate primare de formă arbitrară.

Se poate presupune că agregatele primare se formează — cel puțin parțial — în timpul maturării hidrogelului. Aceste agregate sînt consolidate în timpul uscării gelului. Este probabil că în timpul uscării are loc și o creștere a gradului de agregare a particulelor primare. Suprafața specifică a structurii va fi determinată de raza particulelor, iar volumul de pori este dat de suma volumelor spațiilor neregulate dintre particule.

O astfel de structură este din punct de vedere termodinamic instabilă, datorită energiei superficiale mari. Zonele cu energia cea mai scăzută din sistem sînt zonele de contact între particulele primare.

Scăderea suprafeței specifice și a volumului de pori, ca urmare a tratamentelor termice și hidrotermice, este rezultatul creșterii dimensiunii particulelor primare, implicînd fenomene de transport de masă între particulele sistemului. Conform celor afirmate mai sus, transportul de material solid se face în sensul depunerii acestuia în zonele de contact, adică în zonele cu energia superficială cea mai scăzută. Un rezultat al transportului de masă ar fi deci diminuarea numărului pînă la dispariția celor mai mici particule din sistem și creșterea celor mari. Formarea particulelor mari se poate produce și prin coalescența cîtorva particule mai mici. Fenomenul care predomină va fi probabil determinat de natura proceselor de transport.

Procesele de transport de masăposibile sînt: migrarea superficială (difuzia bidimensională), difuzia în volum, transportul în fază de vapori și curgerea vîscoasă [17].

Îmbătrînirea termică (dezactivarea termică) duce la modificări structurale ce pot fi atribuite unor procese locale de fuziune sau de coalescență și care provoacă scăderea suprafeței specifice și a volumului de pori, precum și dispariția centrilor activi.

La tratarea cu abur, modificările sînt mai profunde, probabil datorită unui atac hidrolitic al legăturilor Si — O sau Al — O din rețeaua gelului, ceea ce ar putea explica formarea unor

specii volatile ca $Si(OH)_4$ şi, deci, transportul de masă în fază de vapori.

Totuşi, se crede că în condiţiile experimentale date, nu se poate face o deosebire netă între îmbătrînirea termică şi cea hidrotermică. Chiar la calcinarea în curent de aer uscat se presupune că are loc o considerabilă îmbătrînire hidrotermică, pe seama vaporilor de apă desorbiţi din solid.

Prin schimbarea condiţiilor de tratament se modifică, probabil, numai importanţa relativă a diferitelor mecanisme de transport de masă, deoarece este de aşteptat, apriori, ca energiile de activare ale acestor mecanisme să fie diferite.

Concluzii

— S-a studiat rezistenţa la îmbătrînire termică şi hidrotermică a unui catalizator microsferic industrial, atît prin urmărirea modificărilor texturale, cît şi prin determinarea activităţii de cracare a cumenului. Experienţele au stabilit că, în condiţiile date, dezactivarea termică este diferită de cea hidrotermică, nu numai din punctul de vedere al vitezei cu care se produce, dar şi prin natura modificărilor aduse structurii gelului. Din determinarea energiilor aparente de activare şi a activităţii specifice la cracarea cumenului reiese că dezactivarea termică se petrece lent şi pare să nu afecteze natura centrilor activi, ci numai numărul acestora. Dezactivarea hidrotermică este mai rapidă, producînd transformări mai profunde în natura gelului. Aceste transformări implică probabil modificarea atît a numărului cît şi a naturii centrilor activi. Această acţiune diferită a tratamentului termic şi hidrotermic se presupune a fi rezultatul unor mecanisme diferite de dezactivare.

— Metodologia folosită în cadrul lucrării de faţă poate forma un criteriu de testare a stabilităţii catalizatorilor de cracare microsferici. Aceasta permite selecţionarea în practica industrială şi de cercetare, precum şi obţinerea unor date de exploatare a acestora în instalaţii industriale.

BIBLIOGRAFIE

1. Adams, C. R. şi Voge H. H. În: J. Phys. Chem., **61**, nr. 6, 1957, p. 722.
2. Ashley, K. D. şi Innes, W. B. În: Ind. Eng. Chem. **44**, nr. 12, 1952, p. 2 857.
3. Barbul, M., Zîrnă, I., Ghejan I., şi Băicoianu, L. În: Petrol şi Gaze. Supliment— A III-a sesiune de comunicări tehnico-ştiinţifice a I, C. P. Ţ., Ploieşti, 1967.
4. Brunauer, S., Emett, P. H. şi Teller, E. În: J. Am. Chem, Soc., **60**, 1938, p. 309.
5. Dobicin, D. P. şi Ţellinskaia, T. F. În: Dokl. Akad. Nauk, **109**, 1956, p. 351.
6. Dobres, M., Rheaume, Leo şi Ciapetta, F. G. În: Ind. Eng. Chem. Prod., Res. Develop., **5**, nr. 2, 1966, p. 174.
7. Dzisko, V. A., Tarasova, D. V. şi Vişneakova, G. P. În: Kinetika i Kataliz, **8**, nr. 3, 1967, p. 193.
8. Fowler, R. G. F. şi Ivey Emerson, F. Jr. În: Catalysis in Practice (London), 1963, p. 24.
9. Gabriel, S. În: Chem. Ind., 1960, p. 1 401.
10. Hansford, R. C. În: Ind. Eng. Chem, **39**, nr. 7, 1947, p. 849.
11. Kiselev, A. V. Nikitin, I. S. În: Kinetika i Kataliz **4**, nr. 4. 1963, p. 648.
12. Maatman, R. W. şi Prater, C. D. În: J. Phys. Chem. **63**, nr. 8, 1959, p. 1 312.
13. * * * Methods of Testing Synthetic Fluid Catalyst-Joseph Crosfield and Sons Limited, Warrington, Lancashire, England, 1966.
14. Pansing, W. E. şi Malloy, L. B. În: Ind. Eng. Chem. Proc. Design. Develop, **4**, nr. 2, 1965, p. 181.
15. Ramser, J. H. şi Hill, P. B. În: Ind. Eng. Chem. **50**, nr. 1, 1958, p. 117.
16. Ries, H. E. Advances in Catalysis (Academic Press) IV, 1952, p. 88.
17. Schlaffer, W. G., Morgan, C. Z., şi Wilson, J. N. În: J. Phys. Chem., **61**, nr. 6, 1957, p. 714.
18. Shull C. G., Elkin, P. B. şi Roess, L. În. J. Am. Chem. Soc. **70**, 1948, p. 1 410.
19. Tamele, M. W. Chemical Architecture Interscience Publishers, New York, 1948, p. 175.
20. Trombouze, Perrin, M., Weill, J. L., Barthomeuf, D. şi Prettre, M. Al II-lea Congres Internaţional de Cataliză Paris, 1960.

Aspecte ale chemosorbţiei diverselor gaze pe catalizatori de tip Pt/Al_2O_3

I. Chemosorbţia hidrogenului

T. Iost, T. Filotti şi
G. Kalmuţchi

În procesul catalitic, una dintre fazele principale o constituie chemosorbţia reactanţilor pe catalizator, respectiv pe centrii activi ai acestuia. Pentru a obţine cît mai multe date în legătură cu această fază, în ultimul timp s-au întreprins mai multe cercetări în legătură cu chemosorbţia gazelor — ce apar în reacţii — pe catalizatori. În cazul catalizatorilor formaţi din platină pe suport de alumină (Pt/Al_2O_3), care intervin, de exemplu, în procesul de reformare catalitică a produselor petroliere, s-a abordat mai ales chemosorbţia hidrogenului.

Lucrarea de faţă îşi propune să studieze diverse aspecte ale chemosorbţiei hidrogenului pe catalizatori de acest tip, urmînd ca lucrări ulterioare să studieze şi chemosorbţia altor gaze, ca: oxidul de carbon, amoniacul şi oxigenul.

Mai mulţi autori [1, 2] au corelat dispersia platinei pe alumină, exprimată ca raport H/P (atomi de hidrogen/atomi de platină), cu activitatea de dehidrogenare, hidrocracare sau izomerizare. Astfel, Cusumano şi colaboratorii [1] atribuie activitatea mai mare a platinei pe suport de alumină, faţă de activitatea platinei pe suport de silico-alumină în reacţia de dehidrogenare a ciclohexanului, dispersiei mai pronunţate a platinei pe alumină, concluzie care rezultă din determinările de chemosorbţie a hidrogenului. H. J. Maat şi L. Moscou [2] corelează activitatea unor catalizatori Pt/Al_2O_3, într-o reacţie de reformare a *n*-heptanului, cu gradul de dispersie al platinei, măsurat prin chemosorbţia hidrogenului. Autorii arată că activitatea de dehidrociclizare descreşte o dată cu creşterea mărimii cristalitelor de platină şi consideră că un catalizator cu o bună activitate de dehidrociclizare trebuie să aibă cristalite de platină cu o mărime medie de 10—20 Å.

În interpretarea datelor de chemosorbţie a hidrogenului autorii citaţi se bazează pe concepţiile lui Boreskov şi Karnaukhov [3], care arată că adsorbţia specifică a hidrogenului nu depinde de mărimea particulelor de platină în domeniul valorilor H/P = 1. Cu alte cuvinte, ei consideră ca limită superioară de adsorbţie a hidrogenului pe platină raportul H/P = 1. Prin compararea chemosorbţiei hidrogenului pe catalizatori cu suport de platină şi negru de platină cu suprafaţă cunoscută este posibil să se calculeze suprafaţa platinei, lucrîndu-se bineînţeles în condiţii care reduc la minimum posibil chemosorbţia pe suport. Acest procedeu a fost folosit de Spenadel şi de Boudart [4] precum şi de Gruber [5]. Alţi autori însă [6,7] dau rapoarte H/P crescînde, pînă la 1,5, iar Rabo [8] dă rapoarte H/P = 2, pentru platină pe suport de zeoliţi. Din aceste motive Poltorak şi colaboratorii [9] consideră nejustificată selecţia raportului H/P = 1 ca o valoare limită.

În lucrarea de faţă se studiază prin chemosorbţia hidrogenului o serie de catalizatori cu platină pe suport de alumină, interpretînd datele obţinute din punct de vedere termodinamic, cinetic şi al tipurilor de izoterme, cu scopul de a obţine o corelare mai bună cu activitatea catalitică. S-a studiat un catalizator industrial de reformare avînd un conţinut de 0,35% Pt proaspăt (A_1) şi uzat (regenerat după 8 900 de ore de exploatare A_2), alături de catalizatori preparaţi, cu un conţinut de 0,36% Pt proaspăt (B_1) şi supus unui tratament de acidulare în fază gazoasă cu dicloretan şi oxidat în curent de oxigen (B_2). De asemenea, au fost studiaţi şi doi catalizatori preparaţi cu un conţinut de 0,6, respectiv de 2% Pt, notaţi cu *C* şi *D*.

Măsurările de chemosorbţie au fost efectuate într-o aparatură de adsorbţie volumetrică cu volum constant, cuplată cu o instalaţie de vid înalt, compusă dintr-o pompă de vid preliminar şi o pompă de difuzie cu mercur, asigurînd un vid de 10^{-4} la 10^{-5} mm Hg. Presiunile de adsorbţie au fost citite la un manometru cu mercur cu o precizie de 0,1 mm. Cantităţile de probă luate în lucru au fost cuprinse între 12 şi 17 g. Fiolele cu probă umplute cît mai complet au fost sudate de fiecare dată la sistemul de adsorbţie. Volumul sistemului a fost de circa 40 cm^3. În determinările de chemosorbţie a fost folosit hidrogen electrolitic, purificat prin absorbţie-desorbţie din negru de paladiu. Calibrarea sistemului a fost efectuată după determinările de chemosorbţie cu heliu pur, uscat prin trecere peste o trapă cu azot lichid.

Pretratarea probelor a fost efectuată în condiţiile date de Spenadel şi colaboratorii [4],

adică : degazare timp de 3—4 ore în vid, la 500°C, urmată apoi de o reducere în atmosferă de hidrogen, timp de o oră, după care a urmat o nouă degazare la 500°C, timp de 16 ore. Degazarea s-a considerat terminată dacă vidul s-a menţinut la cel puţin 10^{-3} mm Hg, timp de 15 min. După acest pretratament s-au efectuat determinările de chemosorbţie propriuzise, la 250°C. Punctele de adsorbţie au fost obţinute pînă la presiunea de 250 mm Hg. Concomitent cu măsurările de adsorbţie, la intervale de timp de 0,25, 0,50, 0,75, 1, 2, 4, 6, 10, 15, 20 şi 25 min s-au citit presiunile momentane de adsorbţie, care au servit la calcularea datelor cinetice. Reprezentarea datelor cinetice în coordonate volum adsorbit în funcţie de timp au dat curbe continui, care se plafonează la 25 min, în primul minut adsorbindu-se circa 90 % din cantitatea totală adsorbită. În cazul catalizatorului A_1, s-au efectuat şi determinări de chemosorbţie a hidrogenului la 25 şi 100°C, în vederea obţinerii căldurilor de chemosorbţie izosterice.

Activităţile catalizatorilor, exprimate în indici de activitate de dehidrogenare a ciclohexanului, au fost determinate în condiţii standard, într-un microreactor diferenţial şi reprezintă conversia ciclohexanului dată în moli/s. g catalizator.

În tabela 1 sînt redate valorile obţinute la chemosorbţia hidrogenului. În coloana 2 este dat volumul chemosorbit la 250 mm Hg, exprimat în ml hidrogen adsorbit de 1 g de Pt. În coloana 3 se redă raportul H/P, iar în coloana 4 — suprafaţa platinei calculată din raportul H/P, considerînd o densitate medie a centrilor activi de $1{,}12 \times 10^{15}$ centri/cm² de Pt. În coloana 5 se prezintă dimensiunea medie a cristaliţilor de platină, consideraţi cuburi cu cinci feţe expuse reacţiei şi cu cea de a şasea în contact cu suprafaţa suportului. Coloana 6 indică tipul izotermei, iar în coloana 7 este dat volumul de hidrogen adsorbit pentru completarea monostratului calculat din ecuaţia Langmuir. Căldurile medii de chemosorbţie sînt redate în coloana 8, fiind calculate din constanta „a" din ecuaţia Langmuir. Coloanele 9 şi 10 cuprind indicii de activitate raportaţi la un gram de catalizator, respectiv la un metru patrat de platină.

Figura 1 reprezintă izotermele de chemosorbţie în coordonate $p - v_{ads}$ CCH_2/g Pt.

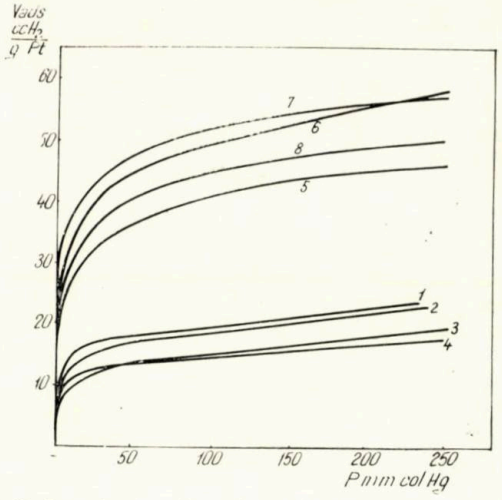


Fig. 1. Izotermele de adsorbţie ale catalizatorilor studiaţi: *1* — catalizatori A_i la 25°C; *2* — catalizatori A_i la 100°C; *3* — catalizatori A_i la 250°C; *4* — catalizatori A_2; *5* — catalizatori B_1; *6* — catalizatori B_2; *7* — catalizatori *C*; *8* — catalizatori *D*.

Figura 2 reprezintă dreptele Langmuir, Freundlich şi Tëmkin ale catalizatorilor studiaţi.

Figura 3 arată variaţia căldurii de chemosorbţie izosterică cu cantitatea de H_2 chemosorbită în cazul catalizatorului A_1.

Figura 4 prezintă datele cinetice în coordonate Elovich.

Interpretarea rezultatelor

Deducţia cinetică a izotermei Langmuir duce la o ecuaţie generală de forma :

$$p = \frac{1}{a} \frac{f'(\theta)}{f(\theta)} \qquad (1)$$

TABELA 1

Datele de chemosorbţie ale catalizatorilor studiaţi

Denumirea probei	H_2 ads. la 250 mm cm³ H_2/g Pt	Raport H/P	Suprafaţa Pt, mg/g	Dimensiunea medie a cristalelor de Pt, Å	Tipul izotermei a)	Volum adsorbit pt monostrat v_m b) în cm³ H_2/g H	g cald. de chem. medie kcal/mol. c)	Indice de activ. mol./s g. cat.	Indice de activ. spec. mol. / s. m² Pt.	Temperatura la care s-a determinat izoterma, °C.
A_1	24	0,43	118	20	T	—	4,7	10	—	25
A_1	23	0,42	115	21	T	—	43,5	—	—	100
A_1	19,6	0,35	95	25	T	—	—	—	2,0	250
A_2	18	0,32	87	27,5	—	—	—	—	—	250
B_1	46	0,85	232	10,5	L	54	22,4	10	1,23	250
B_2	58	1,05	287	8,3	F	—	—	20	1,90	250
C	57,5	1,04	284	8,4	L	66	23,0	30	1,70	250
D	50	0,91	250	9,5	L	59	22,7	50	1,0	250

a) L = Langmuir, F = Freundlich, T = Tëmkin
b) Calculat din constanta „a" a ecuaţiei Langmuir
c) Căld de chem-izosterică

$$\frac{1}{a} = \frac{k}{\sigma} \cdot \sqrt{2\pi mkT}\, e^{-q/RT} \cdot \qquad (2)$$

Deducţia statistică duce la o ecuaţie de forma :

$$p = kT \frac{F_g}{f_a} \cdot e^{-q/RT} \frac{f'(\theta)}{f(\theta)} \qquad (3)$$

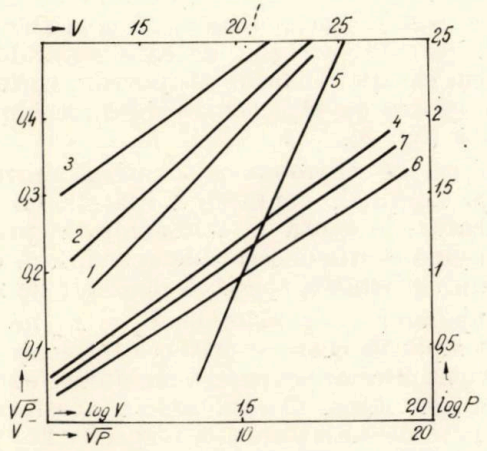


Fig. 2. Dreptele Langmuir, Freundlich şi Tëmka ale catalizatorilor studiaţi :

1 — catalizatori *A* la 25°C; *2* — catalizatori *A* la 100°C; *3* — catalizator *A* la 250°C; *4* — catalizatori B_1; *5* — catalizatori B_2; *6* — catalizatori *C*; *7* — catalizatori *D*.

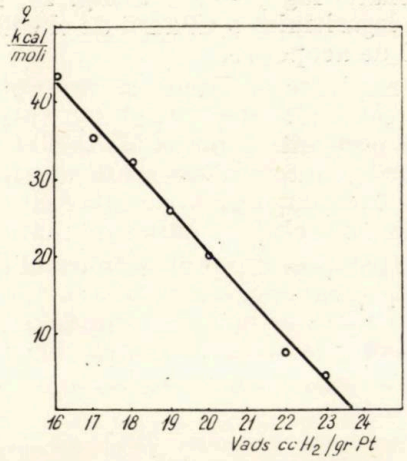


Fig. 3. Variaţia căldurii izosterice de adsorbţie cu cantitatea de H_2 adsorbită pentru catalizatori A_1.

în care :

$f'(\theta)$ este probabilitatea ca un centru să fie disponibil pentru desorbţie la un grad de acoperire Q;

$f(\theta)$ — probabilitatea ca o legătură să aibă loc pe un centru activ liber;

k — constanta vitezei de desorbţie;

σ — coeficientul de condensare;

q — căldura de chemosorbţie;

F_g — funcţia de partiţie a fazei gazoase pe unitatea de volum;

f_a — funcţia de partiţie a moleculei adsorbite.

Ecuaţia (3) este identică cu ecuaţia (1), dacă :

$$\frac{1}{a} = kT \frac{F_g}{f_a} e^{-q/RT} . \qquad (4)$$

Din ecuaţia (2) rezultă că o izotermă Langmuir se obţine numai dacă admitem că expresia $k/\sigma e^{-q/RT}$ este independentă de θ, iar din ecuaţia (4) rezultă că produsul $f_a \cdot e^{-q/RT}$ trebuie să fie independent de θ. Cu alte cuvinte, cele trei condiţii implicate în deducţia cinetică şi statistică a izotermei Langmuir sînt :

1. Adsorbţia este localizată şi are loc numai prin legăturile dintre moleculele gazului şi centrii activi liberi.

2. Fiecare centru poate lega numai o singură particulă.

3. Energia unei particule adsorbite este aceeaşi pentru toţi centrii şi independentă de prezenţa moleculelor adsorbite vecine.

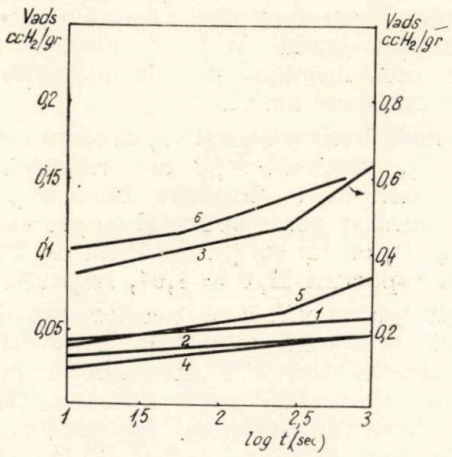


Fig. 4. Dreptele Elovich ale catalizatorilor studiaţi.

Cum în practică suprafeţele sînt eterogene şi, deci, constanta „a" variază cu θ, prin descompunerea unei astfel de suprafeţe în grupe avînd centrii identici şi prin însumarea acestora se ajunge la izoterma Freundlich.

Presupunînd că variaţia lui „a" se datoreşte numai variaţiei ln q şi că q scade logaritmic cu creşterea lui Q după o ecuaţie de forma :

$$q = -q_m \ln Q, \qquad (5)$$

se ajunge la izoterma Fraundlich de forma :

$$\log \theta = \frac{RT}{q_m} \log a_0 + \frac{RT}{q_m} \log P \qquad (6)$$

sau

$$\log v = \log v_m + \frac{RT}{q_m} \log a_0 + \frac{RT}{q_m} \log p, \qquad (7)$$

în care :

q_m este constantă;

a_0 — constantă.

Scăderea lui q o dată cu creşterea lui θ conform ecuaţiei (5) poate fi atribuită numai

„eterogenității" suprafeței, întrucît scăderea lui q cu θ are loc și la valori mici ale lui θ, unde forțele de repulsie intermoleculare nu pot avea un rol apreciabil.

Introducînd în ecuația Langmuir condiția unei variații liniare ale lui q cu θ, de forma :

$$q = q_0 \ (1 - \alpha\theta), \tag{8}$$

se ajunge la izoterma Tëmkin, valabilă în domeniul acoperirilor medii, de forma :

$$\theta = \frac{RT}{q_0} \ln A_0 p, \tag{9}$$

în care :

α este constantă ;
q_0 — căldură de adsorbție, la $\theta = 0$,
A_0 — constantă.

Din cele arătate rezultă că reprezentarea datelor de chemosorbție prin izoterma Langmuir, Freundlich sau Tëmkin poate livra date privind gradul de eterogenitate a suprafeței, a mecanismului de chemosorbție și a energiei centrilor activi.

Din tabela 1 reiese faptul că, în cazul catalizatorului B_1, raportul H/P are valoarea 0,85, ceea ce denotă o dispersie bună a platinei. Același lucru se poate spune și despre catalizatorii C și D, cu un conținut ridicat de Pt, care prezintă raporturi H/P = 1,04, respectiv 0,91.

Activitatea specifică a acestor catalizatori este însă inferioară activității catalizatorului A_1, deși acesta prezintă o „dispersie" exprimată printr-un raport H/P mult mai mic (H/P = =0,35). Această „anomalie" aparentă poate fi explicată dacă admitem faptul că, în catalizatorii B_1, C și D, platina se află în mare parte sub formă de platină metalică simplă, deși bine dispersată, mai puțin activă. În acest sens, pledează și faptul că valorile obținute la chemosorbția hidrogenului pe catalizatorii B_1, C și D se situează pe o dreaptă, cînd sînt reprezentate în coordonate $\sqrt{P} - \frac{\sqrt{P}}{V}$ (fig. 2), deci, satisfac izoterma Langmuir disociativă. Prin urmare, ei prezintă o suprafață relativ omogenă, lipsită de centri deosebit de activi. Întrucît, conform datelor lui Spenadel și ale colaboratorilor [4], chemosorbția H_2 pe negru de Pt respectă o izotermă Langmuir disociativă, se confirmă ipoteza că pe catalizatorii B_1, C și D, platina se află sub formă de platină simplă metalică. În același sens pledează și căldurile medii de adsorbție calculate din constanta „a" a ecuației Langmuir, care concordă bine cu căldura de chemosorbție a H_2 pe Pt, calculată conform ecuației:

$$2Pt + H_2 \rightarrow 2Pt - H$$

Căldura de chemosorbție a H_2 pe platina metalică, calculată din energiile de legătură, este conform ecuației Pauling, de 22,5 kcal/mol, față de căldurile obținute de noi, care sînt de 22,4, respectiv de 23,0 și de 22,7 kcal/mol, pentru catalizatorii B_1, C și D.

Spre deosebire de acești catalizatori, catalizatorul A_1 satisface o izotermă Tëmkin, indicînd o variație liniară a căldurii de chemosorbție o dată cu gradul de acoperire.

Într-adevăr, reprezentînd căldura de chemosorbție izosterică, calculată la 25 și la 100°C din datele de chemosorbție ale catalizatorului A_1, conform ecuației Clausius-Clapeyron, în funcție de cantitatea de H_2 chemosorbită, se obține o dreaptă (fig. 3).

Căldura de chemosorbție variază între 4,7 și 43,5 kcal/mol, confirmînd ipoteza că acest catalizator prezintă o eterogenitate pronunțată, avînd centri deosebit de activi, fapt dovedit prin activitatea specifică deosebit de mare.

Compararea catalizatorilor B_1 și B_2 ne oferă un exemplu în ceea ce privește influența unui tratament ulterior preparării (acidulare-oxidare) asupra activității. O explicație a acestor diferențe nete de activitate (10, respectiv 20) poate fi găsită mai degrabă în izotermele acestor catalizatori decît în diferențele raporturilor H/P.

După cum s-a arătat, catalizatorul B_1 netratat respectă o izotermă Langmuir, iar catalizatorul B_2 satisface o izotermă Freundlich în coordonate log p — log v (fig. 2), indicînd o scădere logaritmică a căldurii de chemosorbție cu gradul de acoperire.

Aceste rezultate ne permit să presupunem că în cazul catalizatorilor A_1 și B_2, platina se află pe suport într-o formă deosebită față de cea metalică (caracteristică catalizatorilor B_1, C și D), de exemplu, legată complex cu suportul și avînd în consecință o activitate mărită.

Trebuie menționat faptul că în cazul catalizatorului A_2 (uzat-regenerat), datele de chemosorbție nu satisfac nici una dintre izotermele mai sus amintite, ceea ce indică fie prezența unor impurități, fie o schimbare calitativă a centrilor activi.

Taylor și Thon [13] au arătat că adsorbția activată a gazelor pe solide este cea mai simplă reacție eterogenă de suprafață. Cinetica acestor reacții este relativ simplă. Ea are un rol fundamental în cinetica reacțiilor catalitice eterogene, acolo unde chemosorbția este esențială.

În 1934, Zeldovich și Zeldovich și Roginskii au observat că viteza de adsorbție a CO pe MnO_2 descrește exponențial, o dată cu creșterea cantității q a gazului adsorbit:

$$\frac{dq}{dt} = a \cdot e^{-\alpha q}, \tag{14}$$

exponentul α rămînînd constant în cursul procesului de adsorbție.

Elovich şi Zhabrova au stabilit modul de testare a acestei ecuaţii. Ecuaţia de mai sus integrată poate fi scrisă sub forma :

$$q = 2{,}3/\alpha \log (t+t_0) - 2{,}3/\alpha \log t_0 \qquad (15)$$

$$t_0 = 1/\alpha a.$$

Dacă t_0 este corect aleasă, atunci o reprezentare a lui q în funcţie de log $(t + t_0)$ trebuie să dea o dreaptă cu panta $2{,}3/\alpha$; ecuaţia (15) ne permite calcularea lui α, care reprezintă viteza de adsorbţie iniţială, corespunzătoare lui $q = 0$.

Ecuaţia Elovich are aplicabilitate foarte largă şi reprezintă aproape toate procesele de chemosorbţie. Devieri, altele decît cele datorate unor erori experimentale indică anomalii intrinseci.

În unele cazuri, cum ar fi chemosorbţia H_2 pe OZn, panta dreptei q — ln $(t+t_0)$ prezintă o schimbare bruscă a pantei, ceea ce indică faptul că în procesul de chemosorbţie acţionează două tipuri diferite de centri, fiecare avînd un α caracteristic [13].

Y. Kubokawa [14] a interpretat ecuaţia Elovich în lumina eterogenităţii suprafeţei, luînd în considerare şi viteza desorbţiei. Considerînd că funcţia de distribuţie a centrilor N nu este constantă şi că viteza de desorbţie nu este neglijabilă Y. Kubakawa a dedus o ecuaţie de forma :

$$\frac{\mathrm{d} \ln v}{\mathrm{d}q} = -\left(\frac{1}{N\theta \mathrm{RTe}}\right) e^{\frac{1+\beta}{1+\alpha-\alpha\theta}}. \qquad (16)$$

Ecuaţia (16) dă un sens fizic constantei din ecuaţia (14), în baza eterogenităţii suprafeţei. În cazul în care desorbţia este neglijabilă şi N = constant, ecuaţia (16) devine :

$$\frac{\mathrm{d} \ln v}{\mathrm{d}q} = -\frac{1}{N\mathrm{RT}} = \text{constanta} \qquad (17)$$

sau

$$\frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} = \mathrm{RT}\, N/t \qquad (18)$$

De aici :

$$\mathrm{d} \ln t/\mathrm{d}q = (\mathrm{d} \ln t/\mathrm{d}t)\,(\mathrm{d}t/\mathrm{d}q) = \frac{1}{\mathrm{RT}N} \qquad (19)$$

Din această ecuaţie reiese că o reprezentare q — log t este liniară. În consecinţă, constanta t_0 a formei integrate a ecuaţiei Elovich trebuie să fie foarte mică.

Datele cinetice ale catalizatorilor studiaţi au fost reprezentate conform ecuaţiei Elovich în coordonate q—log t, dînd drepte pentru toţi catalizatorii, cu excepţia catalizatorului A_2 (nereprezentat în fig. 4).

Nerespectarea ecuaţiei Elovich de către catalizatorul A_2 se datoreşte probabil aceloraşi cauze amintite anterior.

În lumina celor discutate, $t_0 = 0$ şi, deci, în procesul de chemosorbţie a hidrogenului H_2 pe catalizatorul Pt/Al_2O_3, desorbţia este neglijabilă, iar N este constant.

De remarcat faptul că, în cazul catalizatorilor B_1, C şi D, dreptele Elovich prezintă schimbări bruşte ale pantelor (fig. 4), ceea ce indică prezenţa a două tipuri de centri activi în aceşti catalizatori. Catalizatorii A_1 şi B_2 nu reprezintă asemenea schimbări de pantă, ceea ce indică faptul că chemosorbţia are loc în esenţă pe un singur tip de centri activi.

Aceste constatări sprijină presupunerea existenţei platinei în catalizatorii studiaţi sub două forme : sub formă de Pt metalică, simplă, mai puţin activă, şi sub formă complexă, deosebit de activă. Activitatea catalitică este determinată de raportul existent între cele două forme. În catalizatorii B_1, C şi D, pe lîngă platina legată complex, predomină platina metalică simplă, care, deşi bine dispersată, este mai puţin activă. În cazul catalizatorului B_2, platina se află practic în totalitatea ei sub formă de complex, în concordanţă atît cu tipul izotermei (Freundlich), dreptele cinetice, cît şi cu dispersia deosebit de mare. Catalizatorul A_1 prezintă o situaţie deosebită, dispersia fiind mai puţin avansată, dar activitatea ridicată. Ea poate fi interpretată ca fiind datorată unei forme complexe a platinei, diferite însă de cea din catalizatorul B_2, ceea ce se evidenţiază prin diferenţa în tipul izotermei (Tëmkin).

Din datele măsurărilor cinetice ale catalizatorului A_1, efectuate la 25 şi la 100°C, rezultă o constanţă a parametrilor cineticii α şi a în raport cu temperatura. Dreptele Elovich sînt paralele (fig. 4), fapt în oarecare contradicţie cu datele lui Law şi ale lui Taylor [15] pentru chemosorbţia H_2 pe Pt metalică. Dar cum în lucrarea de faţă e vorba de Pt/Al_2O_3, această constantă indică o stabilitate a centrilor activi (exprimată prin constantele cinetice) deosebită la acest catalizator, în raport cu temperatura.

Concluzii

1. Exprimarea datelor de chemosorbţie numai ca raport H/P, suprafaţa Pt sau mărimea cristalităţilor nu este totdeauna suficientă pentru a putea corela satisfăcător datele de chemosorbţie cu activitatea catalizatorilor Pt/Al_2O_3.

2. În conformitate cu informaţiile din literatura de specialitate, interpretarea datelor de chemosorbţie prin reprezentarea acestora ca izoterme de tip Langmuir, Freundlich sau Tëmkin ne poate da o imagine în ceea ce priveşte gradul de eterogeneitate a suprafeţei catalitice, prin variaţia căldurii de chemosorbţie o dată cu gradul de acoperire.

3. Căldura de chemosorbţie medie, calculată din constanta „a" a ecuaţiei Langmuir, în corelare cu căldura de chemosorbţie, calculată conform reacţiei de chemosorbţie a H_2 pe Pt, furnizează, de asemenea, date privind mecanismul de chemosorbţie şi eterogenitatea suprafeţei.

4. Din datele de chemosorbţie rezultă că în cazul unora dintre catalizatorii studiaţi apare un singur tip de centri activi iar la alţii mai multe tipuri de centri.

Astfel, platina depusă pe Al_2O_3 funcţionează în chemosorbţia H_2 nu numai ca platina metalică simplă, ci şi sub formă de centri complecşi, cu activitate deosebită, în urma interacţiunii cu suportul, ca o consecinţă a modului de preparare şi a tratamentelor ulterioare.

Catalizatorii mai puţin activi au probabil numai o parte a platinei legată complex, restul fiind platină metalică, deci prezintă două tipuri de centri activi, fapt evidenţiat în dreptele cinetice Elovich.

BIBLIOGRAFIE

1. Cusumano, A. J., Dembinski, W. G. şi Sunfelt, H. J. În: Journ. of. Cat. nr. 5, 1966, p. 471—475.
2. Maat, J. H. şi Moscou, L. Proc. of The III-rd Intern. Congr. of Cat., Amesterdam, 1964.
3. Borescov, K. G, şi Karnaukhov, P. A. În: J. Fiz. Chim., 26, 1925, p. 1 814.
4. Spenadel, L. şi Boudart, M. În: J. Phys. Chem., **64**, 1960, p. 204.
5. Gruber, L. H. În: J. Phys. Chem. **66**, 1962, p.48.
6. Poltorak, M.O. şi Boronin, S. V. În: Zhur. Fiz. Chem., **39**, 1965, p. 1 476.
7. Herman, A. H., Adler, F. S., Goldstein, S. M. şi De Baun, M. R. În: J. Phys. Chem. **65**, 1960, p. 2 189.
8. Rabo, A. J., Schomaker, V. şi Pickert, E. P. În: Proc., of The III-rd International Congr. Cat. Amsterdam, 1964.
9. Poltorak, M. O., Boronin, S. V. şi Mitrofanova, N. A. Preprints of the IV-th Intern. Congr. of Cat. Moscou, 1968.
10. Hayward, O. P. şi Trapnell, W. B. M. Chemisorption, London, Butterwoorths, 1964.
11. * * * Wehner Phys. Rev. **93** ×, 1954, p. 633.
12. * * * Handbook of Chemistry and Physics, 44-th Edition, 1962—1963, Chemical Rubber Publ. Co.
13. Taylor A. M. şi Thon, N. În: J.A. C. S. **20**, 1952, p. 4 169.
14. Kubokawa, Y. În: Bull. Chem. Soc. Japan. **33**, nr. 6, 1960, p. 734.
15. Law, D. J. M. În: Chemical Reviews. **60**, nr. **3**, iun. 1960, p. 267.

Determinarea parafinicităţii uleiurilor cu ajutorul analizei termice diferenţiale

C. Savu [1],
C. Giavarini [2],
F. Pochetti [2]

De mai bine de 65 de ani, chimiştii organicieni, anorganicieni şi mineralogi examinează variaţia termică ce are loc în compuşi cînd sînt încălziţi sau răciţi, confruntînd comportarea lor cu materiale de referinţă inerte. Tehnica cu care un material este gradual încălzit, în timp ce temperatura sa este confruntată cu un material de referinţă încălzit cu o aceeaşi viteză, este numită analiză termică diferenţială (ATD). Avînd în vedere că majoritatea variaţiilor fizice şi chimice ale compuşilor sînt însoţite de absorbţia sau de degajarea de energie termică, analiza termică diferenţială este folosită pentru măsurarea temperaturii de tranziţie, a căldurii de fuziune, de vaporizare, de cristalizare, de reacţie (cuprinzînd polimerizarea, oxidarea, combustia), de descompunere (deshidratare), de solvire, de adsorbţie (desorbţie), căldura specifică, energia de activare, de tranziţie, de tranziţia stărilor solide [1].

Energia şi temperatura de tranziţie sînt folosite pentru scopuri diverse, printre care: identificarea calitativă, controlul cantitativ de puritate, densitatea şi cristalinitatea (la polimeri) studii de reactivitate şi viteza de reacţie, timpul de vulcanizare, activitatea catalizatorilor, viteza şi produsele de descompunere termică, stabilitatea la oxidare [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Un aparat pentru analiza termică diferenţială este constituit din două capsule metalice (una cu proba de analizat şi una cu proba de referinţă), aşezate pe acelaşi bloc metalic şi încălzite cu o aceeaşi viteză. Temperatura capsulelor este controlată de două termocuple. Semnalele emise de termocuple sînt amplificate şi confruntate între ele. Semnalul diferenţial este proporţional cu diferenţa de temperatură dintre cele două probe şi este amplificat şi înregistrat de un potenţiometru electronic. Temperatura blocului metalic este măsurată de un al treilea termocuplu şi este înregistrată ca abscisă înregistratorului. După cum proba de analizat absoarbe sau degajă căldură, datorită transformărilor fizice sau chimice din timpul încălzirii sau al răcirii, diferenţa de temperatură va fi mai mare sau mai mică. Aceste fenomene care au loc în interiorul probei, sînt indicate de devierea liniei de bază (a temperaturii diferenţiale). Natura endotermică (absorbţia de căldură) sau exotermică (degajarea de căldură) a fenomenului este indicată de direcţia peniţei aparatului faţă de linia de bază. Mărimea variaţiei de energie este dată de suprafaţa buclei ce se creează prin această abatere de la linia de bază. Rapiditatea fenomenului ce are loc în probă este dată de lărgimea buclei. Suprafaţa buclei este direct proporţională cu energia absorbită sau degajată într-o tranziţie şi nu este influenţată de geometria probei, de capacitatea calorică şi de parametrii aparatului.

Calculul căldurii absorbite sau degajate se efectuează în funcţie de constantele probei de referinţă şi de cele ale aparatului respectiv. În ultimul timp s-au construit aparate pentru analiza termică diferenţială cu precizii foarte mari şi care lucrează cu cantităţi de probe cuprinse între 0,5 şi 20 mg. În continuare sînt redate rezultatele obţinute de autori la stabilirea parafinicităţii unor uleiuri, folosind analiza termică diferenţială.

Materiale şi aparatură folosită

Au fost studiate uleiuri româneşti caracterizate prin determinările din tabela 1, în amestec cu o parafină comercială italiană (avînd un punct de picurare de 55 °C) şi un petrolatum de la deparafinarea uleiurilor cu o viscozitate de

TABELA 1

Caracteristicile uleiurilor româneşti folosite în analiza termică diferenţială

Uleiul nr.	Denumirea	d_{20}	n_D^{20}	viscozitate la 50°C cst	Indice de viscozitate
1	Ulei spindel SB-1	0,8853	1,4865	23,2*	—
2	Ulei 309	0,9169	1,5069	69,6	63
3	Ulei 408	0,8882	1,4880	62,0	97

* Viscozitatea la 21,2°C

[1] Cercetător ştiinţific la Institutul de cercetări pentru prelucrarea ţiţeiului — Ploieşti.

[2] Profesori la Institutul de chimie aplicată şi industrială, Facultatea de inginerie a Universităţii de studii din Roma.

8,2 °E la 50 °C (petrolatum cu un punct de picurare de 43,5 °C).

Calorimetrul diferențial a fost DSC—1 (Diferențial Scanning Calorimeter model 1), fabricat de firma Perkin Elmer. Aparatul a fost reglat pentru o sensibilitate maximă (2), cu o viteză de încălzire și de răcire de 4 °C/min. Probele au fost studiate într-un interval de temperatură cuprins între —73 °C și +77 °C (respectiv 200 și 350 °K), folosindu-se drept agent criogen azotul lichid.

Din analizele efectuate s-a constatat că în uleiul spindel nu au loc fenomene care să indice o absorbție sau o degajare de căldură în intervalul de temperatură studiat. Uleiul 309 prezintă o absorbție și o degajare de căldură foarte mică în acest interval de temperatură. Aceste uleiuri au permis să se traseze linia de zero dintre uleiul 408 și petrolatum, și uleiul spindel și parafina comercială, necesară pentru determinarea cantității de căldură absorbite în cazul fenomenelor endoterme și degajată în cazul fenomenelor exotermice.

Primul grup de încercări s-a efectuat pe amestecurile dintre uleiul 408 și petrolatumul de la deparafinare. Proporțiile amestecurilor sînt date în tabela 2, iar diagramele respective sînt date în figura 1.

Al doilea grup de încercări s-a efectuat pe amestecurile dintre uleiul spindel SB-1 și parafina comercială. Proporțiile amestecurilor și rezultatele obținute sînt date în tabela 3, iar diagramele sînt redate în figura 2.

Calculul căldurii latente s-a efectuat pe baza formulei :

$$\Delta H_{f_a} \frac{\Delta H_{f_i} \times G_i \times A_a \times S_a \times V_{D_i}}{A_i \times S_i \times G_a \times V_{D_a}}, \qquad (1)$$

unde :

ΔH_{f_a} este căldura de fuziune a amestecului, cal/g ;

$\Delta H_{f_i} = 6{,}8$ cal/g, — căldura de fuziune a indiului ;

G_a — greutatea probei de amestec, mg ;

$G_i = 5{,}26$ mg, — greutatea probei de indiu ;

A_a — suprafața buclei amestecului, mm²;

TABELA 2

Căldurile de fuziune și de cristalizare a amestecurilor de ulei 408 și petrolatum

Proba, nr.	Ulei, % g	Petrolatum, % g	Suprafața, mm²		Căldura latentă, cal/gr.		cantitatea luată în analiză, mg	ΔH_m, cal/g
			fuziune	cristalizare	fuziune ΔH_f	cristalizare ΔH_c		
1 *	100	0	39	56	0,175	0,25	26,7	0,2125
2	100	0	710	610	2,99	2,57	31,2	2,78
3	98,87	1,13	1 120	1 095	3,08	3,02	45,1	3,05
4	97,97	2,03	1 160	1 155	3,19	3,18	45,1	3,185
5	97,06	2,94	1 200	1 192	3,30	3,28	45,2	3,29
6	96,01	3,99	1 260	1 243	3,52	3,47	44,4	3,495
7	94,19	5,81	1 355	1 347	3,82	3,78	44,1	3,80
8	92,64	7,36	1 490	1 465	4,07	4,02	45,3	4,045
9**	90,14	9,83	1 670	1 650	4,50	4,45	46,0	4,475
10	66,7	33,3	1 890	1 868	8,58	8,48	27,3	8,53
11	0	100	3 850	3 825	20,0	19,95	47,6	19,975

* Ulei 309
** Sensibilitatea aparatului a fost egală cu 4.

TABELA 3

Căldurile de fuziune și de cristalizare ale amestecurilor ulei spindel cu parafină

Proba, nr.	Ulei, %gr.	Parafină, % gr.	Cantitatea luată în analiză	Suprafața, mm²		Căldura latentă, cal/g		
				fuziune	cristalizare	fuziune ΔH_f	Cristalizare ΔH_c	Medie ΔH_m
1	100	0	26,7	0	0	0	0	**0**
2	94,2	5,8	29,4	342	540	1,42	2,45	**1,935**
3	90,0	10,0	29,0	522	716	2,24	3,06	**2,65**
4	75,6	24,4	20,8	975	1 440	6,80	8,50	**7,65**
5	50,0	50,0	21,9	1 230*	1 800*	13,80	19,50	16,65
6	33,3	66,7	35,6	2 750*	3 220*	18,9	21,40	20,15
7	11,0	89,0	20,1	5 157	2 502*	30,30	29,50	29,90
8	0	100,0	6,2	1 576	1 576	31,5	31,5	31,5

* Sensibilitatea aparatului a fost egală cu 4.

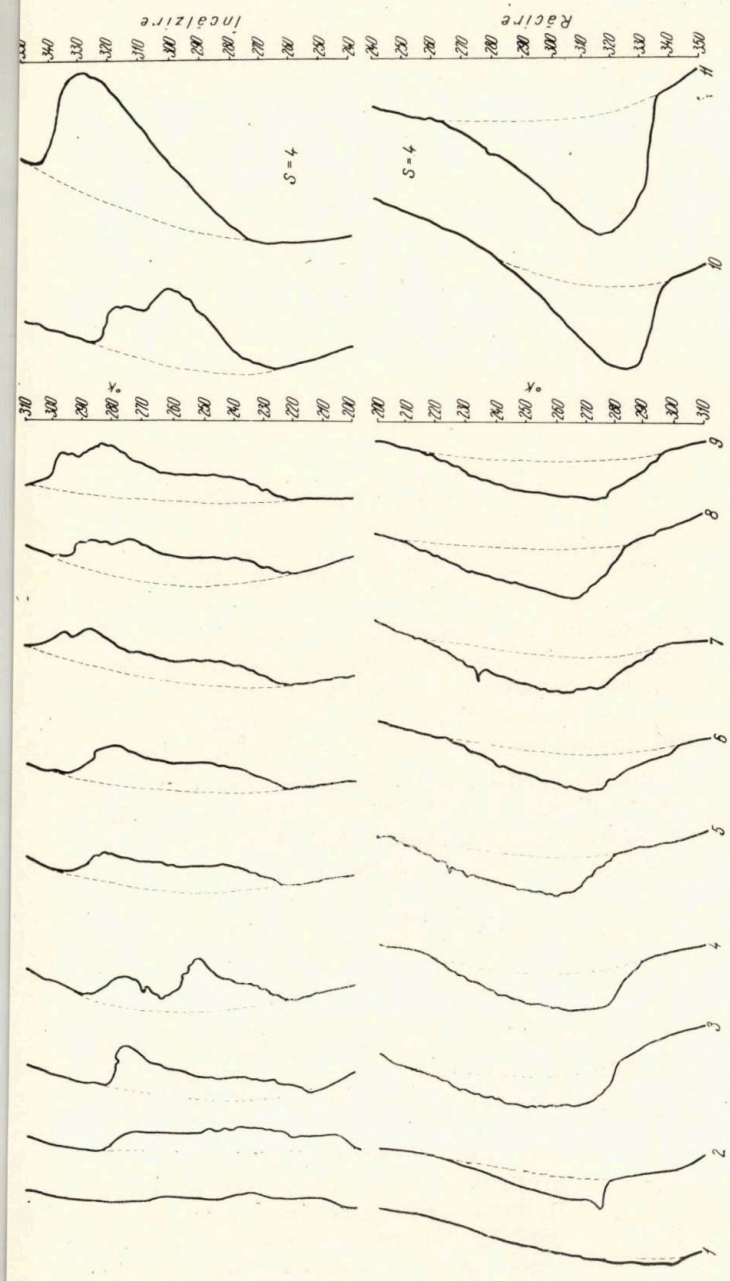

Încălzire
Răcire
S=4
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

Fig. 1.

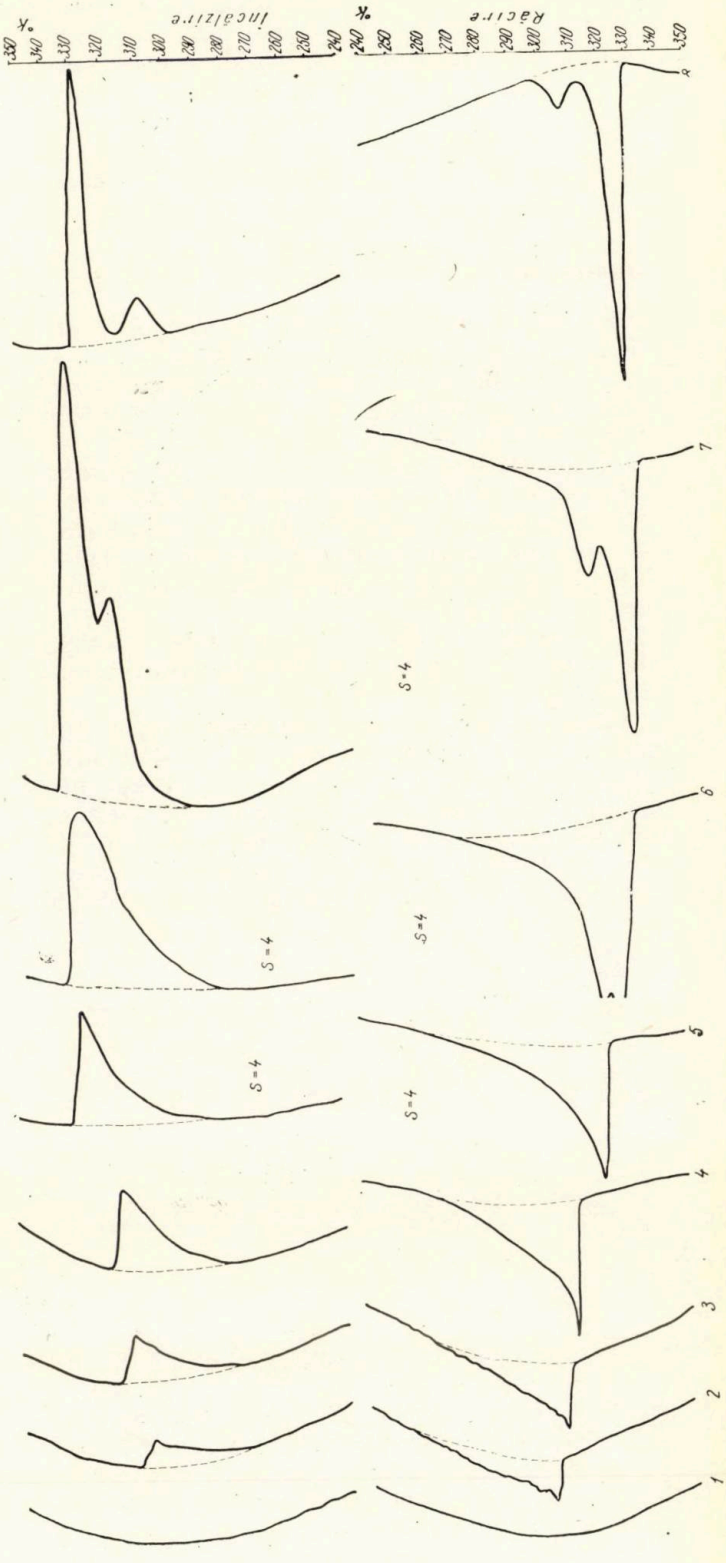

Încălzire
Răcire
S=4
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

Fig. 2.

$A_i = 72\text{mm}^2$ este suprafaţa buclei pentru indiu;

$S_a = 2$ — sensibilitatea aparatului la proba de amestec;

$S_i = 8$ — sensibilitatea aparatului pentru proba de indiu;

$V_{Da} = 5{,}5$ mm/min — viteza de înregistrare a diagramei aparatului la proba de amestec;

$V_{Di} = 5{,}5$ mm/min — viteza de înregistrare a diagramei aparatului la proba de indiu.

Interpretarea rezultatelor

Făcînd o analiză generală a tabelei 2 şi a figurii 1, se pot observa următoarele:

— uleiul 309 dă un efect termic foarte scăzut, indicîndu-se linia de zero pentru un ulei cu o viscozitate de circa 65 cSt la 50 °C;

— uleiul 408 are o parafinicitate datorită lanţurilor laterale ale ciclurilor naftenice şi ale parafinelor necristalizabile la temperatura de realizare a deparafinării, avînd o căldură latentă de cristalizare şi de fuziune de aproximativ 2,78 cal/g;

— petrolatumul folosit are o căldură latentă de cristalizare sau de fuziune de aproximativ 20 cal/g.

Căldurile latente de cristalizare şi de fuziune a amestecurilor de ulei cu petrolatum se constată a avea o variaţie liniară direct proporţională cu cantitatea de petrolatum adăugat în amestec, ceea ce ne permite, prin construirea unui grafic, să aflăm cantitatea de petrolatum dintr-un ulei, cunoscînd căldura latentă

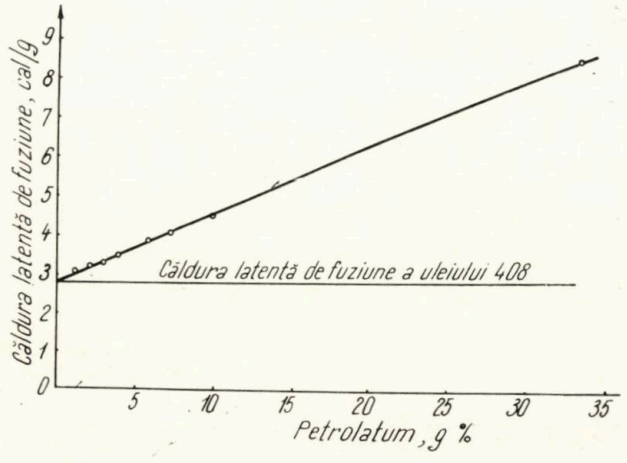


Fig. 3. Căldura latentă de fuziune, cristalizare în funcţie de cantitatea de petrolatum adăugat uleiului 408.

respectivă, aşa după cum se poate observa în graficul din figura 3.

Urmărind cu atenţie tabela 3 şi graficele din figura 2, se observă o variaţie mare între căldura latentă de fuziune şi cea de cristalizare, variaţie care se datoreşte în primul rînd tratamentului termic al amestecului respectiv, a diverselor orientări a cristalelor de parafină, a mărimii şi a structurii cristalelor de parafină, a măsurării suprafeţelor buclelor respective etc. [9, 10, 11, 12].

Trasînd pe un grafic căldura de fuziune, cristalizare în funcţie de procentul de parafină

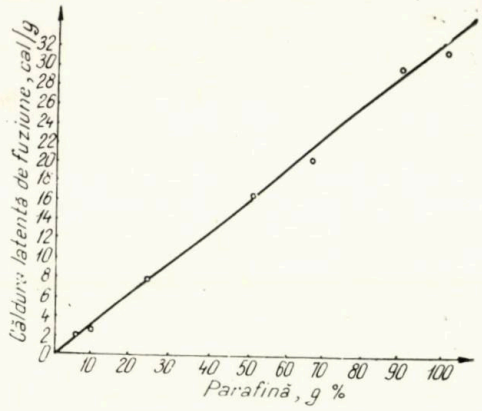


Fig. 4. Căldura latentă de fuziune, cristalizare în funcţie de cantitatea de parafină adăugată uleiului spindel SB—1.

adăugat uleiului, se obţine o dreaptă (aşa după cum se poate vedea în figura 4), pe baza căreia se poate determina procentul de parafină pentru o anumită căldură latentă de fuziune (valabilă numai pentru acest tip de amestecuri).

Pentru verificarea exactităţii datelor obţinute prin analiza termică diferenţială s-a calculat căldura latentă teoretică de fuziune a amestecului cu ajutorul relaţiei (2);

$$\Delta H_t = \frac{G_p \times \Delta H_p + G_u \times \Delta H_u}{G_a}, \qquad (2)$$

în care:

ΔH_t este căldura latentă de fuziune teoretică, cal/g;

G_p — greutatea parafinei sau a petrolatumului, mg;

G_u — greutatea uleiului, mg;

G_a — greutatea amestecului de ulei, petrolatum sau parafină, mg;

ΔH_p — căldura latentă de fuziune a parafinei sau a petrolatumului, cal/g;

ΔH_u — căldura latentă de fuziune a uleiului, cal/g, şi s-a comparat cu datele medii obţinute practic. Rezultatele sînt date în tabelele 4 şi 5.

Eroarea maximă la primul grup de amestecuri este de numai 5%, pe cînd la cel de-al doilea grup este de 16,0%.

Pentru determinarea parafinicităţii uleiurilor, autorii propun introducerea noţiunii de „echivalent de metan", înţelegîndu-se prin acesta raportul dintre căldura latentă de fuziune a fracţiunii de ulei şi căldura latentă a metanului, de înmulţit cu 100. S-a ales metanul

drept echivalent, deoarece are cea mai mică căldură de fuziune (15 cal. g) [12] şi nu are izomeri.

După această noţiune, uleiurile naftenoaromate au cel mai mic echivalent de metan, cele parafinice distilate nedeparafinate cel mai mare echivalent de metan, care după deparafinare scade cu adîncimea de deparafinare. Cerurile naturale, petrolatumurile şi parafinele au echivalenţi de metan mai mari de 100. Pentru amestecurile studiate, echivalenţii de metan sînt daţi în tabelele 6 şi 7.

TABELA 4

Date comparative între căldura de fuziune determinată teoretic şi practic pentru amestecurile ulei 408 şi petrolatum

Proba, nr.	ΔH_m	ΔH_t	$\Delta H_m - \Delta H_t$	$\Delta H_m / H_t \times 100$
1	0,2125	0,2125	0	100,0
2	2,78	2,78	0	100,0
3	3,05	3,00	+0,05	101,5
4	3,185	3,15	+0,035	101,2
5	3,29	3,306	−0,016	99,5
6	3,495	3,67	−0,175	95,0
7	3,80	3,80	0	100,0
8	4,045	4,066	−0,021	99,5
9	4,475	4,49	−0,015	99,8
10	8,53	8,537	−0,007	99,9
11	19,75	19,75	0	100,0

TABELA 5

Date comparative între căldura de fuziune determinată teoretic şi practic pentru amestecurile de ulei spindel SB−1 şi parafină comercială

Proba, nr.	ΔH_m	ΔH_t	$\Delta H_m - \Delta H_t$	$\Delta H_m / \Delta H_t \times 100$
1	0	0	0	0
2	1,93	1,82	+0,11	106,0
3	2,65	3,15	−0,50	84,0
4	7,65	7,75	−0,10	98,7
5	16,05	15,8	+0,25	101,4
6	20,20	21,1	−0,90	95,8
7	29,90	28,1	+1,80	106,2
8	31,50	31,50	0	100,0

TABELA 6

Echivalenţii de metan pentru amestecurile de ulei 408 cu petrolatum

Proba	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Echivalentul de metan	1,42	18,53	20,9	21,23	21,93	23,3	25,3	26,96	29,83	56,86	133,16

TABELA 7

Echivalenţii de metan pentru amestecurile de ulei spindel SB−1 şi parafină comercială

Proba	1	2	3	4	5	6	7	8
Echivalentul de metan	0	12,9	17,6	51,0	111,0	134,3	192,3	210,0

Concluzii

Analiza termodiferenţială se poate folosi pentru determinarea parafinicităţii uleiului prin echivalentul de metan; în cazul în care se cunoaşte căldura latentă a parafinelor respective, se pot determina parafinele din uleiuri.

Determinarea parafinicităţii uleiurilor prin metoda analizei termodiferenţiale dă prima orientare privind hidrocarburile cristalizabile într-un interval de temperatură dat. Cunoscînd cantitatea de căldură de fuziune sau de cristalizare a uleiului prin metoda analizei termice diferenţiale, se poate determina forţa necesară pornirii motorului la rece sau în condiţii de temperaturi coborîte.

BIBLIOGRAFIE

1. Brenner, N. Calorimetria diferenţială. În: La Chimica e l'industria, **47**, ian. 1965, p. 82.
2. Gray, P. A. Caratterizzazione di grassi e cere mediante calorimetria differenziale. În: Instrument news, **17**, nr. 1, 1966, p. 6—7.
3. * * * Determination of purity by differential scanning calorimetry. În: Thermal analysis newseltter nr. 5 p. 1—12.
4. * * * Specific heats by DSC. În: Thermal analysis newsletter, nr. 3, p. 1—5.
5. * * * A standard format for thermogram publication. În: Thermal analysis newsletter, nr. 2, p. 1—4.
6. * * * New model DSC-1B. În: Thermal analysis newsletter, nr. 4, p. 1—14.
7. Watson, S. E., O'Neill, J. M., Yustin, J. şi Brenner, N. A differential scanning calorimeter for quantitative differential thermal Analysis. În: Analytical Chemistry, **36**, iun. 1964, p. 1 233—1 238.
8. * * * Thermal analysis and the influence of thermal history on polymer fusion curves. În: Polymer letters, **2**, 1964, p. 381—388.
9. Brooks, T. B., Boord, E. C., Kurtz, S. S., Schmerling, L. The Chemistry of petroleum hydrocarbons, **I**, 1954, p. 276—288.
10. Gruse, A. W., Stevens, R. D. Chemical Technology of Petroleum, 1950, p. 209, 501, 557—569.
11. Kalichevsky, A. V., Kobe, A. K. Petroleum refining with chemicals, 1956, p. 36—55.
12. Guthrie, B. V. Petroleum products Handbook, 1960, p. 10—1 la 10—30.

INSTITUTUL POLITEHNIC-BUCUREŞTI

Centrul de cercetări pentru tehnologia chimică organică de bază şi inhibitori de coroziune

„CEBIN"

Bucureşti Calea Victoriei nr. 149 Telefon 14 10 92

acordă consultaţii gratuite privind aplicarea **inhibitorilor de coroziune**

NOTE TEHNICE

PETROLUL LIBIEI

În anul 1968 la împlinirea a 10 ani de la descoperirea primului zăcămînt de ţiţei, LIBIA a produs 125 mil. t. ţiţei brut, ajungînd pe locul şase în lume.

Menţinîndu-şi ritmul actual de creştere a producţiei de ţiţei Libia va atinge în anii 1973 — 1975 nivelul de 230 mil. t. devenind astfel a treia ţară producătoare de ţiţei a lumii.

Boom-ul petrolifer din 1955—1956 a atras o mare afluenţă de capital străin. S-au acordat concesiuni pentru explorarea şi exploatarea zăcămintelor de ţiţei la 41 de companii străine, cele mai multe dintre ele fiind controlate de cartelul internaţional de petrol ; 136 concesiuni cuprind aproape jumătate din teritoriul ţării ; extrag şi exportă ţiţeiul 15 companii, cele mai importante dintre ele fiind — „Oasis Oil Co", „Esso", „Occidental Petroleum Co".

În ultimul timp se încurajează sectorul naţional particular. În 1968 s-a creat Societatea Naţională Libiană de Petrol, care a încheiat convenţii cu două companii franceze de stat pentru organizarea unei asociaţii de prospecţiune a circa 30 mil. km² din teritoriul ţării.

Pînă în prezent s-au descoperit peste 50 zăcăminte, din care mai mult de jumătate nu se exploatează, extracţia fiind limitată de capacitatea de transport a conductelor. Rezervele de ţiţei erau estimate în 1967 la un total de 4,2 miliarde tone (circa 70 % din rezervele Africii), iar cele de gaze — de 340 miliarde m³.

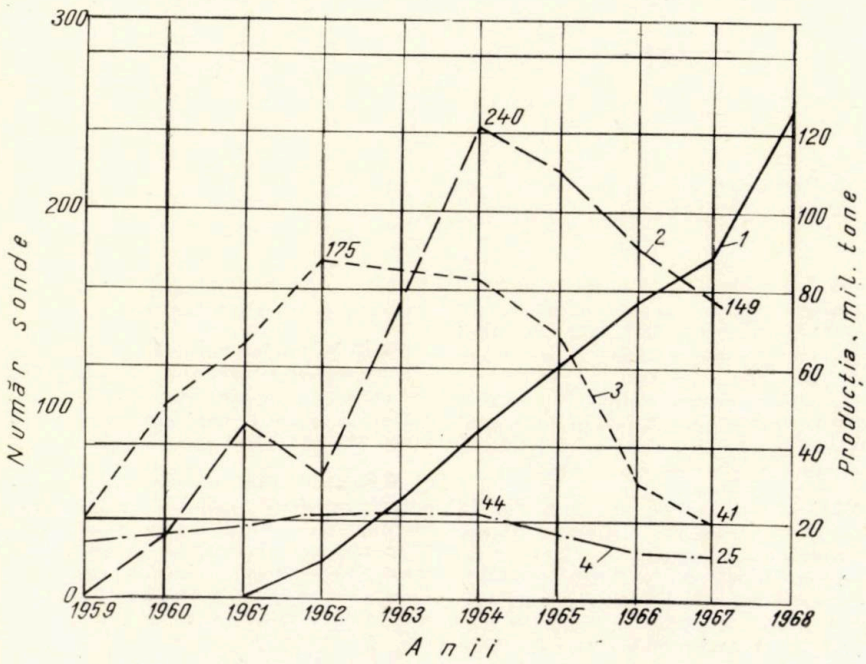


Fig. 1. Evoluţia volumului de foraj şi de producţie în Libia :
1 — producţia de ţiţei ; *2* — numărul sondelor de exploatare forate ; *3* — numărul sondelor de explorare forate ; *4* — numărul de instalaţii de foraj.

Dinamica producţiei anuale de ţiţei se vede în figură (curba 1). Producţia de ţiţei a crescut ca urmare a descoperirii şi punerii accelerate în exploatare a zăcămintelor mari şi foarte mari în anii : 1961 şi 1962-Zelten şi Dahra ; 1963-Raguba, Samah, Waha, Hofra ; 1964 — Beda Gialo ; 1965-Ora, Jebel ; 1966 şi 1967 — Sarir, Amal, Nafoora ; 1968 — Idris. Producţia anuală a acestor zăcăminte se ridică în prezent de la 1,5 la 25 mil. t, iar debitele sondelor ating 8... 10 mii t./zi. Problema principală pentru viitorul apropiat constă în montarea conductelor cu capacitatea de transport necesară.

Tectonic teritoriul Libiei face parte din versantul de nord al Platformei Africii. Fundamentul precambrian afundîndu-se spre Marea Mediterană este compartimentat în numeroase blocuri izolate cu o dezvoltare mare de falii şi de acoperiri de lavă efuzivă. Cuvertura sedimentară cu o grosime pînă la 8 000 m. se compune din roci terigene paleozoice şi roci terigene şi carbonatice mezozoice şi neozoice.

După structura geologică şi condiţiile de cantonare a ţiţeiului şi gazelor se deosebesc două regiuni petrolifere : de vest — Tripolitania şi de est — Cyrenaica.

În Tripolitania zăcămintele de ţiţei se găsesc în gresiile din silurian (ordovician), devonian, carbonifer şi triasic. Volumul redus al zăcămintelor, debitul relativ mic al sondelor şi condiţiile geografice şi economice defavorabile fac exploatarea lor deocamdată nerentabilă. Producţia potenţială a regiunii se estimează la circa 7,5 mil. t/an.

Regiunea petroliferă Cyrenaica coincide tectonic cu depresiunea Sirte, reprezentînd bazinul de acumulări sedimentare mezozoice şi neozoice. Aici este concentrată întreaga activitate de explorare şi exploatare a ţiţeiului. Profilul sedimentar este reprezentat prin depozite carbonatice începînd cu cretacicul superior şi pînă la neogen. Sînt productive calcarele recifale ale cretacicului superior şi ale eocenului (Zelten, Idris şi a), gresiile bazale ale cretacicului (Sarir) şi într-un şir de cazuri gresiile ordoviciene (Amal, Raguba şi a.) şi chiar granitul fisurat din fundament (Nafoora, Augila). Adîncimea orizonturilor productive variază între 1 700 m (Zelten) şi 3 000 m (Sarir, Idris).

Rolul principal în descoperirea structurilor de perspectivă aparţine prospecţiunii seismice prin metoda undelor reflectate. Cu ajutorul acestei metode se poate ajunge la fixarea sigură nu numai a primei sonde de exploatare, dar şi a următoarelor sonde de exploatare.

Dacă proporţiile structurii şi debitul primei sonde fac să se estimeze existenţa unor rezerve mari, se iau toate măsurile pentru punerea neîntîrziată în exploatare a zăcămîntului descoperit : forajul de exploatare pe o reţea largă de sonde cu completarea ulterioară a gabaritului ; montarea conductelor de transport al ţiţeiului şi alte lucrări.

Ca exemplu poate servi zăcămîntul Zelten, unde în acelaşi timp cu săparea sondelor de exploatare cu două instalaţii de foraj se monta conducta de 182 km lungime şi se construia portul Marsa-Brega, totul fiind realizat în 28 de luni. Forajul unei sonde de 1 700 m adîncime dura circa 10 zile.

Zăcămîntul Idris descoperit la sfîrşitul anului 1967, în luna februarie anul următor era pus în exploatare.

CRONICĂ

CEL DE-AL DOILEA CONGRES INTERNAȚIONAL AL GAZELOR NATURALE LICHEFIATE (GNL 2)

GNL 2 va avea loc la Paris, de la 19 la 23 octombrie 1970, sub egida Uniunii internaționale a industriei de gaze (U. I. I. G.), a Institutului internațional al frigului (I. I. F.) și a Institutului de tehnologie a gazelor din Chicago (I. G. T)

Comunicările vor fi adresate în rezumat către Association Technique du Gaz (A. T. G.), care le vor înainta secretariatului comitetului de organizare a congresului.

Limbile oficiale ale congresului sînt engleza și franceza, iar locaul în care va avea loc este Maison de la Chimie, din Paris.

Detaliile programului sînt redate în revista ,,Gaz d'aujourd'hui'', **93**, nr. 9, septembrie 1969, p. 389.

Congresul pentru sudura oțelurilor de la Newcastle (Anglia)

Obiectivul congresului organizat de Institutul Britanic de sudură în zilele de 17 și 18 februarie 1970, la Hotel Gasworth Park din Newcastle — upon Tyne, este sudarea oțelurilor rezistente la curgere.

Congresul prezintă interes pentru industriile de gaze petroliere și chimice, precum și pentru producătorii de oțeluri și de aparataje de sudură.

SCURTE ȘTIRI

● Societatea Naftalin, filiala întreprinderii de stat INA, a descoperit un zăcămînt bogat de țiței la Benicanci, în Slovacia orientală, în apropiere de frontiera ungară, la adîncimea de 1 900m.

● Producția de țiței a R. P. Ungară, în primul semestru al anului 1969, a fost de 886 000 t (+ 11% față de primul semestru al anului 1968) și de 1 628 mil. m³ gaze naturale (+ 27%).

● Zăcămîntul enorm de gaze de la Urengoiskoye, din regiunea arctică a Siberiei orientale, va putea produce 145 miliarde m³/an gaze naturale, din cele 58 de sonde forate și puse în producție. Rezervele oficiale ale acestui zăcămînt sînt evaluate la 1950 miliarde m³ gaze.

● Producția de țiței a U. R. S. S., în primul semestru al anului 1969, a fost de 158 miliarde t (+ 4% față de primul semestru 1968) și de 90,0 miliarde m³ gaze (+ 5%).

● Pakistanul a planificat construirea celei de-a cincea rafinării a sa, în regiunea de vest a țării, de preferință la Multan. Capacitatea inițială va fi de 2 mil. t/an, cu posibilitatea de mărire cu încă 500 000 t/an. Termenul pentru predarea instalațiilor este anul 1975. Rafinăria va prelucra țiței importat, ceea ce impune construirea unei conducte pentru transportul țițeiurilor.

Ofertele urmau să fie înaintate pînă la 15 octombrie 1969.

Studiile vor indica investițiile totale necesare pentru construcția rafinăriei și a conductei, precum și fondul de rulment, economicitatea proiectului și rentabilitatea, pe o perioadă de cinci ani de la data terminării ei.

În prezent, cele patru rafinării ale Pakistanului au o capacitate totală de prelucrare de 5 mil. t/an.

● Producția de țiței a R. P. Polone, în primul semestru al anului 1969, a fost de 218 300 t țiței (−76% față de primul semestru al anului 1968) și de 1 846 mil. m³ gaze naturale (+ 88%).

În ceea ce privește rafinăriile, acestea au prelucrat în primul semestru al anului 1969 cantitatea de 3,2 mil. t (+ 29,4% față de primul semestru 1968).

● Conducta de țiței de 42 in, de la Elat (Marea Roșie) la Ashkelon (Marea Mediterană), construită în Izrael, va intra în funcțiune, conform planului, în toamna aceasta. Petrolierele care vor aduce țițeiul la Elat și cele care îl vor prelua la Ashkelon au și fost deja programate.

● Institutul Național Sovietic pentru metode geofizice de prospecțiune din Moscova a pus la punct un nou tip de stație de prospecțiune, denumită ISO−1. Operatorul poate produce la momentul dorit o explozie ale cărei unde sonore pătrund în sol, unde se transmit cu viteze diferite, după natura rocilor. Undele reflectate, ajungînd la receptorul seismologic, sînt cifrate și înregistrate pe bandă magnetică, iar cu ajutorul mașinilor de calculat EVM informațiile sînt prelucrate. Întreprinderea Nefteprobor din Moscova a anunțat intrarea în fabricație a primului lot industrial al acestui tip de stații.

● În Canada, în regiunea Ricimes (100 km la nord-est de Calgary) s-au obținut 37 mil. picioare cubice gaze naturale pe zi.

● În Statele Unite, S. O. (Indiana) va efectua un program de cercetări care va dura trei ani, în Munții Stîncoși (14 000 km² în Wyoming, 5 300 km² în Colorado și 2 800 m² în Utah).

● Forajul nr. 1 T. I. Juman, efectuat de S. O. (Indiana) în Oklahoma a dat 1 900 000 picioare cubice gaze naturale pe zi și 150 barile petrol pe zi.

● În Republica Federală a Germaniei s-a descoperit la Huelzen, în apropiere de Hanovra, un zăcămînt de gaze naturale care poate fi exploatat la o adîncime de circa 4 000 m.

● În Argentina se vor efectua cercetări în două regiuni: în regiunea Bermijo pe o suprafață de 3 750 km² și în regiunea Ramblones (la 80 km în nordul zăcămîntului Mentoza), care produce în prezent 2 mil. t/an. Lucrările vor costa 7 mil. dolari.

● În Statele Unite s-a descoperit un nou zăcămînt de petrol în apropierea aeroportului din New Orleans în Luisiana. Primele două puțuri forate au dat o producție de 192 și 150 barile pe zi.

De asemenea, s-a descoperit un nou zăcămînt de gaze naturale sulfuroase a cărui producție este estimată la 49 mil. picioare cubice pe zi, din care s-ar putea extrage 900 t sulf/zi.

● În Izrael, societatea Belco Oil va efectua o campanie de forare în lungul coastei mediteraniene, cît și în regiunea Nathanya, în care vor fi investite 3 mil. lire.

● Un comunicat oficial a precizat că în anul viitor vor fi investite 10 mil. dolari în cercetări pentru descoperirea de zăcăminte de petrol pe platforma continentelor unde lucrările de prospectare au dat la iveală structuri interesante.

● In U. R. S. S. vor fi extinse cercetările în platforma continentală situată între insula Novaja Zemlja și Spitzberg în Arctica.

● În Indonezia, la 26 km vest de un zăcămînt descoperit în largul insulei Java s-au obținut 2 014 barile/zi pe-

trol și 4 mil. picioare cubice/zi gaze naturale.

● În U.R.S.S. va fi efectuat primul foraj submarin la 110 km sud de Odessa (la 320 km la nordul forajului efectuat de Bulgaria în 1968), la 30 m adîncime.

● În Republica Federală a Germaniei, producția de țiței a fost de 642 219 t în luna septembrie, din care 71 780 t în Schleswig-Holstein, 192 461 t la Hanovra, 158 093 t în Weser-Ems, 169 166 t în Emsland, 15 529 t în regiunea Rinului superior, 35 190 t în Alpi.

● În Argentina, producția de țiței în primele 9 luni ale anului a fost de 15 184 300 m^3 (cu 2,16% mai mult decît în aceeași perioadă a anului 1968).

● În Egipt, ministrul industriei a anunțat că producția de țiței a Egiptului se ridică la 17 500 000 t/an și va atinge 25 000000 t/an la sfîrșitul anului 1970. Numai zăcămîntul submarin de la Morgan furnizează 12 500 000t/an.

● În Libia, producția de petrol a atins în luna septembrie nivelul-record de 3 200 000 barile/zi. Pentru primele 9 luni ale acestui an, producția a crescut cu 21% față de perioada corespunzătoare din 1968.

● După darea în exploatare în 1968 a 39 de noi zăcăminte, producția de țiței a Uniunii Sovietice reprezintă 16% din producția mondială.

Rezervele de gaze naturale sînt estimate la 9 400 miliarde m^3.

● În Mexic, un comunicat al președintelui Republicii, arată că rezervele de petrol și gaze naturale, reprezentînd 873 mil. t sînt suficiente pentru a acoperi necesarul pentru 21 de ani.

● În India, rafinăria de la Madras cu o capacitate nominală de rafinare de 50 000 barile/zi a intrat în funcțiune în luna iunie a.c.

● În Republica Federală a Germaniei capacitatea rafinăriei de la Burghausen a fost mărită de la 1 200 000 la, 1 800 000 t/an, în cursul primului trimestru al anului.

● În luna octombrie, în Italia au intrat în funcțiune noile instalații ale rafinăriei Industriei Chimiche Italiana al Petrolio de la Mantua, care măresc capacitatea acestei rafinării de la 1 500 000 la 2 600 000 t/an.

Noile instalații sînt în reformer catalitic (7 400 barile/zi), o unitate de hidrotratare (15 000 barile/zi) și o unitate de hidrodesulfurare (5 000 barile/zi).

● Se proiectează construirea în Alaska a unei instalații de rafinare a petroluluj, care va costa 30 mil. dolari. Rafinăria va fi amplasată în apropierea orașului Fairbanks, va avea o capacitate de 750 000 t/an țiței din North Slope și va intra în funcțiune în toamna anului 1972.

● În Statele Unite, se va construi în estul Statului Virginia, un depozit subteran de gaze naturale pentru a face față cererilor de vîrf sezoniere. Lucrările vor costa 7 500 000 dolari.

● În Republica Federală a Germaniei au început lucrările de construcție a unui depozit subteran la Sottdorf, la sud de Hamburg. Depozitul va fi alcătuit din trei cavități subterane, cu o capacitate globală de 600 000 m^3, într-o formație de sare care va fi săpată prin spălare cu apă dulce, cu apă din Elba (600 m^3/h) adusă printr-o conductă de 11 km sub o presiune de 64 barili. Saramura obținută (70 m^3 sare/h) este adusă în rîul Elba.

● În Marea Britanie a fost construită o nouă stație terminală Finnart, care a costat 1 760 000 lire și în care pot ancora vase de 300 000 t. Acest port a fost amenajat în cadrul lucrărilor de extindere a capacității rafinăriei de la Grangemouth de la 4 500 000 la 9 000 000 t/an.

● În Brazilia va fi construită o conductă de 225 km lungime pentru aprovizionarea rafinăriei de la Santos (capacitate inițială 9 000 000 — capacitate finală 13 500 000 t/an).

DOCUMENTARE

Feodorov, V. A. **Epurarea aerului comprimat pentru instalaţiile de foraj.** În : Burenie, nr. 9, sept. 1969, p. 31—33

La instalaţiile de foraj cu comandă pneumatică şi cu mecanisme cu acţionare pneumatică, aerul comprimat trebuie să fie epurat. Gradul de epurare a aerului asigurat cu filtrele obişnuite ale instalaţiilor de foraj este foarte redus.

Se prezintă rezultatele pozitive ale cercetărilor eficienţei filtrelor umplute cu garnitură din fibre şi cu ţesătură de sticlă de aluminiu-bor-silicat, cu recomandarea utilizării pentru epurarea aerului comprimat necesar sistemului pneumatic al instalaţiilor de foraj Uralmaş 125—BD şi Uralmaş 5D—61, a unui singur filtru cu diametrul de 300 mm, umplut cu garnitură din fibre şi de ţesătură de sticlă în înălţime de 150 mm. Într-un astfel de filtru căderea de presiune nu este mai mare de 1,5 kgf/cm ^{2}.

Bulatov, A. I. şi Voloşin, V. A. **Cercetarea influenţei reducerii bruşte a presiunii asupra îngroşării pastei de ciment.** În : Burenie, nr. 9, sept. 1969, p. 18—20

Se prezintă date privitoare la influenţa reducerii bruşte a presiunii asupra timpului de început de îngroşare a pastelor de ciment, la temperaturile de 120, 140 şi 170°C şi la presiuni de regim de la 350 la 1 000 at.

Se constată că o reducere bruscă cu 300 at a presiunii de regim, la temperaturi de peste 100°C, accelerează îngroşarea pastelor de ciment. O dată cu creşterea temperaturii, viteza de îngroşare la reduceri bruşte de presiune se măreşte. Se constată, de asemenea, că priza pastelor de ciment la temperaturi mai mari de 120°C începe mai devreme decît îngroşarea lor sau o dată cu aceasta din urmă.

Mocerniuk, D. Iu. **Calculul coloanei la presiune exterioară uniform repartizată, exercitată de masivul elastic de roci asupra părţii cimentate a găurii de sodă.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47,** nr. 10, oct. 1969, p. 1—3

Pentru coloanele din burlane subţiri, tubate în condiţiile unui masiv elastic de roci, valoarea limită a presiunii de turtire este mai ridicată decît în cazul presiunii hidrostatice. Dacă spaţiul inelar este cimentat continuu, practic, nu este posibilă pierderea stabilităţii burlanelor de formă ovală ; de aceea, la calculul de rezistenţă a burlanelor subţiri din partea cimentată a găurii de sondă, trebuie aplicate condiţiile de calcul ale burlanelor groase.

Calculaţiile duc la constatarea că se dispune de posibilităţi reale de reducere a consumului de metal, prin utilizarea în multe cazuri a burlanelor subţiri, cu cimentarea spaţiului inelar al sondei pe toată lungimea lor.

Abdinov, M. A. **Cercetarea influenţei temperaturii mediului asupra procesului de degajare a căldurii în timpul hidratării pastei de ciment.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47** nr. 10, oct. 1969, p. 9—12

În articol se prezintă rezultatele cercetării experimentale a influenţei temperaturii mediului de întărire (14—80°C) asupra cantităţii de căldură degajată de pasta de ciment, preparată cu ciment pentru sonde calde (fabrica Karadag) şi cu apă de mare cu raportul A/C = 0,5.

Cu ajutorul curbelor prezentate se poate determina cantitatea de căldură degajată de 1 g de ciment şi de 1 cm^3 de pastă de ciment, în funcţie de timp, pentru diferite temperaturi. Curbele se pot aplica în cadrul anumitor calcule tehnice.

Curbele permit, de asemenea, stabilirea momentului în care este indicat să se efectueze carotajul termic pentru determinarea inelului de ciment (OTK), moment corespunzător valorii maxime de ridicare a temperaturii, datorită hidratării pastei de ciment ; în acest scop este suficient să se cunoască temperatura de fund a întăririi sale.

Kennedy, John L. **Noile metode şi utilaje care vor fi folosite în industria de foraj din S. U. A., în cursul anului 1970.** În: Oil Gas, **67,** nr. 38, 22 sept. 1969, p. 157—161

Se consideră că automatizarea instalaţiilor de foraj a ajuns la stadiul ei final de experimentare şi perfecţionare (10% din sondele forate în S. U. A. sînt prevăzute cu utilaj automatizat), astfel că în anul 1970 se vor preciza condiţiile în care acest echipament perfecţionat, dar costisitor este indicat a fi folosit. Controlul erupţiilor libere va fi făcut mult mai eficient cu noile mijloace de detectare : un nou indicator pentru determinarea caracteristicilor tectonice locale prin folosirea diagrafiei P. S. (potenţial spontan) şi a proprietăţilor noroiului ; aparatajul realizat de Harold Overton şi Donald Timko pentru determinarea salinităţii nisipurilor traversate, în vederea localizării zonelor cu falii, schimbării presiunii litostatice şi detectarea presiunilor anormale ; controlul presiunii prin calcule matematice analizate cu calculatorul ş. a.

Se vor aplica noile direcţii în dezvoltarea calculatoarelor, şi anume s-a ajuns la concluzia construcţiei unui calculator simplificat la sondă, denumit calculator auxiliar (slave computer), care va transmite automat prin releu telefonic, datele prelucrate ale indicatorilor de foraj, la calculatorul central cu distribuire în timp (time shared computer). Aceasta face operaţiile de ,,gîndire'', instruind calculatorul auxiliar cum să regleze parametrii de foraj.

Forajul cu motor de fund, şi anume turboforajul, se va extinde ca urmare a îmbunătăţirilor aduse, a unor scule noi apărute şi a rezultatelor pozitive obţinute la traversarea zonelor care provoacă devierea găurii, cît şi a rocilor dure, în ambele cazuri înregistrîndu-se reducerea apreciabilă a costului forajului.

Dintre metodele speciale de foraj : prin eroziune, abraziune şi cu explozibil, cel puţin una dintre ele se va impune în 1970.

Unele uzine din S.U.A. au realizat deja pompe pentru presiunea de peste 1 400 at, ceea ce dă prioritate impunerii metodei prin eroziune. Este de menţionat şi sapa percutant-rotativă, construită de firma Baker Oil Tools.

Ca tipuri noi de trolii s-au afirmat : troliul ADM (Automatic Drilling Mashines din Dallas), cu înclinare de 60°, putînd fora mai eficient mai multe sonde în tufă, de pe platforme marine, cît şi troliul de foraj retractabil Flexipipe, cu prăjini flexibile, construit pentru adîncimi pînă la 3 000 m.

Instruirea personalului operator la sonde, la nivelul folosirii graficelor pentru selecţionarea şi evaluarea uzurii sapelor este considerată a fi prima cale în reducerea cheltuielilor de foraj.

Stadnikov, V. I. şi colab. **Repartiţia temperaturii în lungul găurii de sondă, în diferitele ei perioade de viaţă.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47,** nr. 10, oct. 1969, p. 13—17

În urma cercetărilor efectuate pentru determinarea schimbărilor de temperatură în sonde, s-au elaborat relaţiile de repartiţie a temperaturii în lungul găurii de sondă, atît în timpul forajului, cît şi în cursul exploatării sale. În tabelul recapitulativ se prezintă datele schimbărilor de temperatură în sondele de pe diferitele zăcăminte de ţiţei ale Uniunii Grozneft.

La alegerea construcţiei pentru sondele de mare adîncime trebuie avute în vedere nu numai rezistenţa, ci şi proprietăţile termofizice ale burlanelor şi ale pietrei de ciment. Aceste din urmă proprietăţi pot fi hotărîtoare pentru alegerea calităţii burlanelor şi a cimentului. În legătură cu aceasta este necesar ca în viitorul apropiat să se cunoască coeficienţii de dilataţie liniară şi de conductibilitate termică pentru burlane şi pentru piatră de ciment, pentru un interval mare de temperaturi şi de presiuni.

Ivanova, M. M. **Unele legi în dinamica producţiei de ţiţei a obiectelor exploatate.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 10, oct, 1969, p. 18—23

Ca urmare a analizării dinamicii producţiei individuale de ţiţei a obiectelor (stratelor formînd zăcămintele) exploatate ajunse în stadiu înaintat de exploatare (cu o rezervă exploatabilă de peste 1 mil. t), se rezumă legile principale ale evoluţiei ritmurilor producţiei de ţiţei a obiectelor analizate. Se pun în evidenţă unele legi comune, care se pot aplica la prognozarea producţiei de ţiţei în cadrul întocmirii planurilor producţiei de ţiţei şi al elaborării schemelor şi a proiectelor de exploatare, şi anume :

— aplatizarea pronunţată, pe porţiunea de declin anual, a curbei producţiei anuale de ţiţei, ce reflectă sfîrşitul perioadei principale de exploatare, se petrece în cadrul reducerii cu pînă la 2% a ritmului de extracţie din rezervele iniţiale exploatabile de ţiţei. Ţinînd seama de aceasta, în cazul curbelor dinamicii producţiei de ţiţei lipsite de o marcare netă a trecerii de la perioada principală la cea finală de exploatare, ca început al acesteia din urmă se alege punctul de pe curbă corespunzător unui ritm de extracţie de 2%;

— în perioada principală de exploatare din cele mai multe obiecte se extrage nu mai puţin de 80% din rezervele exploatabile de ţiţei;

— se remarcă o interdependenţă netă între intensitatea declinului producţiei de ţiţei în cel de-al treilea stadiu de exploatare (ultimul din perioada principală de exploatare) şi realizarea ritmului maxim de exploatare şi a volumului producţiei de ţiţei acumulate pînă la începerea declinului (exprimate în procente din rezervele iniţiale exploatabile).

În perioada finală de exploatare a obiectelor (al patrulea şi ultimul stadiu de exploatare), ritmurile de extracţie din rezervele restante au valori apropiate (8...14%), iar în cursul perioadei rămîn aproape constante. Numai extracţia ultimilor 2...3% din rezervele restante este însoţită de o creştere bruscă a ritmului de extracţie — pînă la 20...30%.

O abatere substanţială de la legile arătate, constatată în procesul de exploatare a unora dintre obiecte, poate să confirme fie o estimare inexactă a rezervelor exploatabile de ţiţei admise, fie necesitatea aplicării unor măsuri tehnologice suplimentare, pentru îmbunătăţirea sistemului de exploatare a obiectelor respective.

Bogopolski, A. O. **Influenţa soluţiilor de AAS asupra procesului de oboseală termică a rocilor.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 10, oct. 1969, p. 36—39

În articol se prezintă rezultatele cercetărilor experimentale pentru stabilirea influenţei pe care o au AAS (agenţii activi de suprafaţă) dizolvaţi în lichidul de saturaţie a rocii, asupra intensificării procesului de oboseală termică. Se arată că la unele roci se constată o creştere de două pînă la cinci ori a permeabilităţii.

Se analizează influenţa pe care o are lichidul aflat în fisură asupra dezvoltării acesteia din urmă, atunci cînd se produce dilatarea termică.

Prezenţa în lichid a AAS uşurează pătrunderea lui în zonele adînci ale fisurilor şi are, în cazul dilatării termice, o acţiune mărită de despicare.

Levi, B. I. ş.a. **Impregnarea capilară a zonei de strat din jurul sondei.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 10, oct. 1969, p. 28—30

În articol se propune o metodă numerică de rezolvare a problemei referitoare la impregnarea capilară a zonei de strat din jurul sondei. Ecuaţia diferenţială neliniară a procesului de impregnare, exprimată sub formă adimensională, se rezolvă prin metoda diferenţelor finite.

Algoritmul propus pentru rezolvarea problemei se realizează la maşina electronică de calcul Ural — 3. Se analizează rezultatele calculelor procesului. Se estimează viteza impregnării capilare şi influenţa ei asupra rezultatelor carotajului electric în sondele active.

Postaş, M. F., Cehovskaia, G. Iu. **Rezultatele analizei procesului de injecţie a apei în zăcămîntul Kara-Bulak.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 10, oct. 1969, p. 23—27

Zăcămîntul de ţiţei din cretacicul superior de la Kara-Bulak este cantonat într-un complex gros de calcare fisurate, caracterizate printr-o structură complexă. Etajul productiv are o grosime de circa 1 000 m. Zăcămîntul este compartimentat prin numeroase dislocări, suprafaţa limitei apă—ţiţei nefiind orizontală şi nici plană. Ţiţeiul este acumulat într-o reţea deasă de fisuri cu diferite deschideri, de caverne şi de alte cavităţi de provenienţă secundară.

Zăcămîntul se exploatează cu menţinerea presiunii de strat, prin injecţia pe contur a apei.

Exploatarea zăcămîntului cu injecţie de apă se realizează de 8 ani.

Analiza exploatării timp de 20 de ani a zăcămîntului arată că în condiţiile date sistemul de exploatare cu menţinerea presiunii de strat prin injecţie pe contur a apei este cel mai eficient.

În urma experienţei dobîndite prin exploatarea zăcămîntului din cretacicul superior de la Kara-Bulak, se constată posibilităţile tehnice şi tehnologice de menţinere a presiunii de strat în zăcămintele de acest tip prin injecţie de apă, posibilitatea răririi reţelei de sonde (în comparaţie cu colectoarele poroase), nu numai sub aspectul asigurării producţiei curente de ţiţei, dar şi sub cel al asigurării unor coeficienţi mari de cuprindere, precum şi o recuperare destul de completă a ţiţeiului prin dislocarea lui cu apă.

Estimarea eficienţei exploatării zăcămîntului cu menţinerea presiunii de strat şi în condiţiile regimului natural arată că, la un preţ de cost aproximativ asemănător cu cel al ţiţeiului şi în condiţiile menţinerii presiunii de strat, se extrag suplimentar circa 4 mil. t de ţiţei. Pe seama aplicării unei reţele mai rare de sonde pentru exploatarea zăcămîntului de la Kara-Bulak se va obţine o reducere de 14 mil. ruble la investiţii şi de 16 mil. ruble la cheltuieli de exploatare.

Seid-Rza, M. K. ş.a. **Utilizarea AAS pentru reducerea posibilităţii de prindere a garniturii de foraj.** În : „Azerbangeanskoe nefteanoe hozeaistvo", **48**, nr. 9, 1969, sept. 1969, p. 16—18

În articol se prezintă rezultatele cercetărilor experimentale pentru găsirea celor mai eficienţi reactivi chimici şi agenţi activi de suprafaţă, care să reducă posibilitatea prinderii garniturilor de foraj şi să uşureze condiţiile de degajare a lor în caz de prindere.

Eficienţa materialelor arătate s-a determinat prin formarea pe mediul permeabil a turtei de noroi la o cădere de presiune de 100 kgf/cm² şi apoi prin măsurarea forţei de frecare după 10...60 min de contact.

S-au încercat fluide de foraj pe bază de argilă, stabilizate cu extract bazic de cărbune (EBC), carbosulfat K—4 şi borhot sulfitalcoolic condensat (BSAC), precum şi fluide de foraj îngreuiate cu concentrat de magnetită şi stabilizate cu EBC, tratate cu ţiţei, sulfonol, dizolvan, „Azerbaigean" (amestec de acizi sulfonici de petrol cu fenol), NRV (săruri de sodiu ale acizilor naftenici) şi altele în diferite concentraţii.

Scott, J. W. şi Kittnell, J. R. **Tendinţe în hidrocracarea modernă.** În : Oil Gay, **67**, nr. 36, 8 sept. 1968, p. 83—86

Creşterea continuă a cererilor pentru combustibilii necesari avioanelor cu reacţie a determinat rafinăriile să majoreze raportul produselor benzină/petrol la 1/1,2 sau chiar 1/1,5, prin combinarea prelucrării în instalaţiile existente de cracare catalitică şi de cocsare întîrziată, cu prelucrarea în unităţile de hidrocracare construite ulterior. Este de prevăzut că această tendinţă se va manifesta şi în anii următori. Utilizarea noilor catalizatori zeolitici în unele instalaţii vechi de cracare a mărit capacitatea de conversie a acestora, astfel încît rafinorii au putut amîna investiţiile pentru mărirea producţiei şi satisfacerea cerinţelor pieţii. Aceste investiţii pentru construirea instalaţiilor de hidrocracare au devenit însă necesare, mai ales că trebuia rezolvată şi problema reducerii la minimum a reziduurilor grele de fabricaţie.

Încercările de a obține benzină de hidrocracare cu cifră octanică superioară și de a elimina astfel necesitatea reformării acesteia nu au dat rezultate practice satisfăcătoare, deoarece prelucrarea în instalația de hidrocracare este optimă numai atunci cînd randamentele în produse lichide sînt maxime, consumul de hidrogen este redus, iar cifra octanică a benzinei este ameliorată în unități separate de reformare catalitică. Catalizatorul foarte acid și condițiile severe ale procesului de hidrocracare nu favorizează reacțiile de izomerizare-dehidrogenare, care sînt necesare procesului de reformare. Situația actuală a prelucrării permite să se întrevadă tendința apariției unui tip nou de rafinărie, care să cuprindă cîteva instalații mari de distilare a țițeiului, de cocsare întîrziată (dacă este necesar), de hidrocracare, de reformare la presiune joasă și de fabricare a hidrogenului. O astfel de rafinărie simplificată va putea fabrica produse ușoare, de calitate, avînd randamente superioare și cu o mare posibilitate de variație a raportului benzină/petrol.

O altă tendință interesantă arată adaptarea și utilizarea procesului de hidrocracare la producerea uleiurilor lubrifiante, ca urmare a lipsei accentuate de țițeiuri uleioase superioare. Prin hidrocracarea țițeiurilor obișnuite se pot obține diferite ulciuri cu indici superiori de viscozitate, la un cost de fabricație comparabil cu costul uleiurilor produse de procedeele de extracție cu solvenți.

Aplicarea procesului de hidrocracare la desulfurarea reziduriilor grele constituie însă o problemă mult mai complicată, care este în curs de cercetare. Cîteva unități industriale sînt în funcțiune, prelucrînd reziduuri supuse în prealabil dezasfaltării cu solvenți.

Debus, R. Henri, ș.a. **Îmbunătățirea calității combustibilor pentru avioanele cu reacție și a solvenților prin hidrofinare.** În : Hydrocarbon Processing, **48**, nr. 9, sept. 1969, p. 137—140.

Autorii — cercetători ai grupului Lubofina (Bruxelles)— au obținut combustibili cu calități superioare pentru avioanele cu racție și solvenți industriali mai buni prin hidrofinarea petrolului distilat, și respectiv, a unei fracțiuni de white-spirit. Reacția de bază a procesului este hidrogenarea hidrocarburilor aromatice, conținute în aceste fracțiuni, pentru transformarea lor în hidrocarburi naftenice, care au o mai bună stabilitate termică. Se știe că hidrocarburile aromatice pot degrada proprietățile de ardere ale unor combustibili speciali, sau, în cazul solvenților, pot fi dăunătoare sănătății. De aceea, specificațiile oficiale din S.U.A. limitează conținutul de aromatice la un punct de fumegare cuprins între 25 și 40 mm, în ceea ce privește petrolul avioanelor reactoare, iar pentru solvenți la 44 mm, pentru a se evita poluarea atmosferei. Prin aplicarea procesului de hidrofinare, aceste specificații pot fi ușor realizate, datorită flexibilității acestui proces. Operațiile s-au efectuat într-o instalație obișnuită de tratare cu hidrogen, în condiții care depind de natura materialului utilizat și de compoziția analitică a produsului urmărit. În general, se folosesc presiuni pînă la 56 at și temperaturi de 177—316°C, la viteze volumetrice orare pînă la 6. Se pot trata fracțiuni distilate ale căror puncte de fierbere sînt cuprinse între 60 și 350°C și cu un conținut de hidrocarburi aromatice de 5 — 30%. Autorii au utilizat un catalizator special, preparat dintr-un metal mobil pe un suport adecvat, deoarece catalizatorii obișnuiți pierd activitatea de conversie la temperaturile înalte, necesare procesului de saturare completă cu hidrogen a aromaticelor. Randamentele obținute în instalația-pilot sînt de 95 — 98% în greutate, calculate în raport cu materia primă. Hidrogenul necesar procesului poate fi preluat din gazele unităților de reformare, cu un conținut de 65% H sau chiar mai puțin. Consumul de hidrogen pentru tratarea petrolului distilat, care conține 15 — 25% hidrocarburi aromatice, este de circa 0,69 m³ la 160 l materie primă. Se menționează că reacția de bază — hidrogenarea aromaticelor — poate fi însoțită de reacții secundare, care produc gaze și benzină ușoară, scad randamentul procesului principal și măresc consumul de hidrogen. Cele mai dăunătoare dintre aceste reacții sînt cele de eliminare a compușilor cu sulf și azot, precum și cele de formare a cocsului, care dezactivează catalizatorul. Utilizarea catalizatorului preparat de autori — posedînd o pronunțată selectivitate și rezistență față de impuritățile materialului tratat — precum și condițiile optime de lucru au putut evita dezavantajele reacțiilor secundare.

Blue, E. M. **Un nou catalizator de reformare.** În : Hydrocarbon Processing, **48**, nr. 9, sept. 1969, p. 141—144.

Centrul de cercetări Chevron din San-Francisco a elaborat un nou catalizator de platină-reniu pentru procesul de reformare, care a fost încercat în cîteva instalații industriale. Caracteristica principală a noului catalizator este stabilitatea sa termică, superioară în raport cu cea a catalizatorilor convenționali de platină. Acești catalizatori — utilizați în mod obișnuit în rafinării — se încarcă mai repede cu depunerile rezultate din reacțiile de hidrocracare ce se intensifică la temperaturile mari, necesare procesului de reformare. Activitatea lor scade treptat, o dată cu randamentele procesului ; consumul de hidrogen se mărește, iar operațiile de regenerare periodică sînt mai frecvente. În schimb, catalizatorul de compoziție platină-reniu nu accelerează reacțiile de hidrocracare o dată cu creșterea temperaturii de reformare ; randamentele și consumul de hidrogen se mențin la valorile inițiale, iar regenerarea se efectuează complet și fără pierderi, la intervale mai mari de timp. Avantajele economice oferite de noul catalizator au fost confirmate de încercările efectuate în unele instalații mari de reformare. S-a realizat o mărire substanțială a capacității de prelucrare și o prelungire a perioadei de funcționare a instalațiilor, o îmbunătățire a cifrei octanice a benzilor produse și o reducere a cheltuielilor de întreținere și de fabricație.

Fronezak, Robert, V. **Date noi asupra eliminării mercaptanilor.** În : Hydrocarbon Processing, **48**, nr. 9, sept. 1969, p. 153—155.

Procedeul de îndepărtare a mercaptanilor din produsele petroliere lichide prin transformarea lor în disulfuri este aplicat în patru rafinării din S.U.A. Această transformare rezultă din reacția de oxidare a mercaptanilor (RSH) la disulfuri (RSSR), cu ajutorul unui curent de aer și în prezența unui catalizator așezat în straturi fixe, într-un reactor din oțel-carbon. Disulfurile fiind nevătămătoare pot rămîne dizolvate în produsul petrolier tratat, fără să-i modifice calitățile. Condițiile reacției de oxidare determinate de conținutul de compuși cu sulf al materialului tratat variază între 38 și 71°C temperatură, presiunea fiind de pînă la 7 at. Catalizatorul este regenerat pe loc, în reactor, prin recircularea în soluție a unui solvent care elimină depunerile organice. Față de procedeul de eliminare a mercaptanilor prin spălare cu soluția de hidroxid de sodiu, procedeul deschis este mai economic, deoarece nu consumă vapori de apă ; consumul de energie și aer comprimat este mic, iar costul operațiilor foarte redus. Procedeul poate fi utilizat la tratarea diferitelor produse : gaze lichefiate (de rafinărie), benzine de distilare sau de cracare, petrol pentru avioanele cu reacție. Rezultatele analitice obținute în instalațiile de funcționare, precum și schema simplă de lucru, sînt prezentate în tabele și în diagrame.

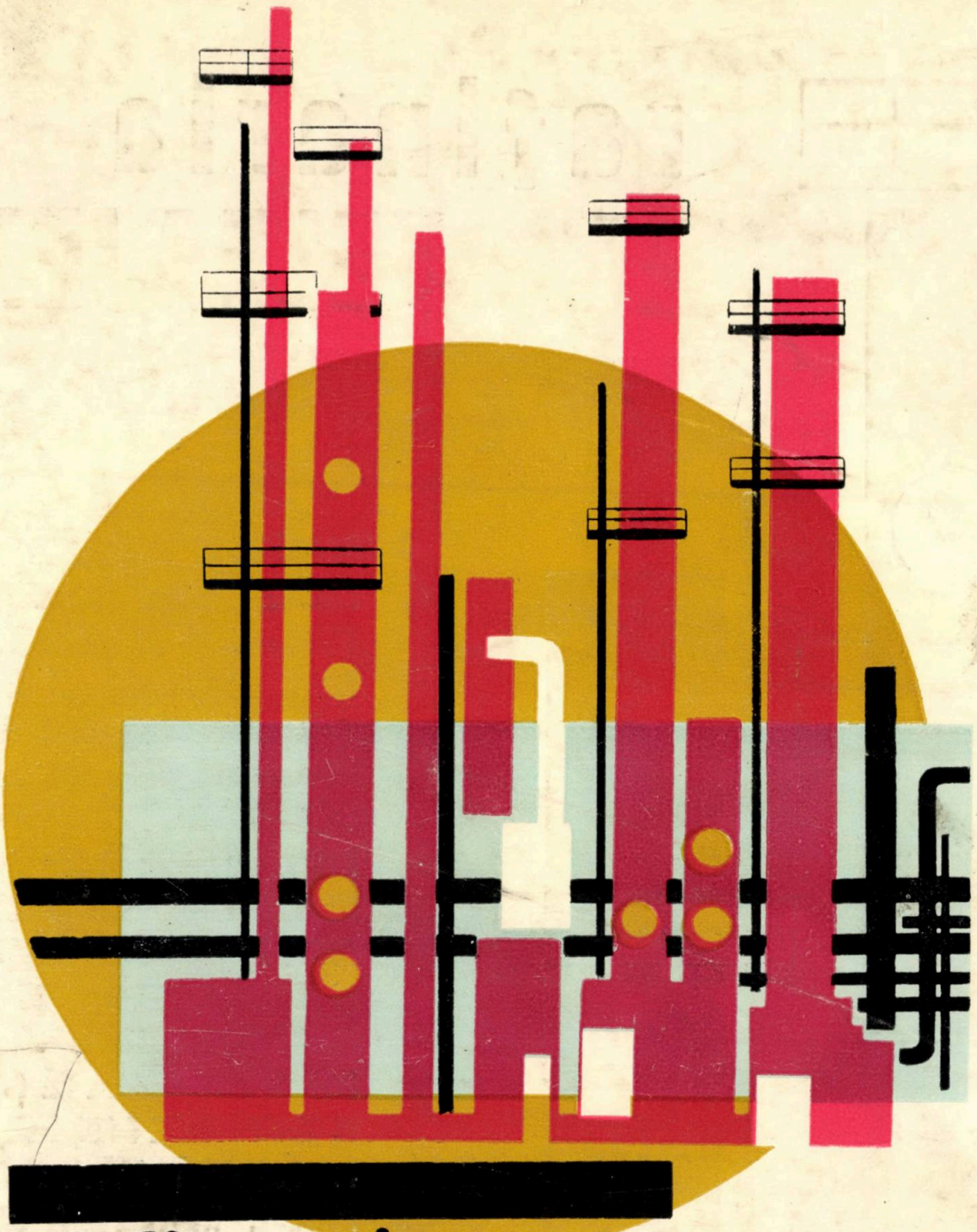
Revista PETROL ȘI GAZE, organ al Ministerului Petrolului și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sectorul I, telefon 14.72.10/130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, telefon 14.72.10/184 Bd. Nicolae Bălcescu, nr.16. cont 640 301.14, Banca Națională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorul I, București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8.
Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. nr. 10/50/1968.
Tiparul: Întreprinderea poligrafică „Informația", București—c. 4158

rafinaria TELEAJEN

RAFINĂRIA TELEAJEN PRODUCE LICHIDE PENTRU PROTECȚIA ANTICOROSIVĂ ȘI CONSERVAREA PIESELOR METALICE, C. 1, ȘI C. 2, SIMILARE CELOR MAI BUNE PRODUSE DIN STRĂINĂTATE.

POT FI FOLOSITE ÎN CONDIȚII DE CLIMAT TEMPERAT ȘI TROPICAL ASIGURÎND PROTECȚIA ȘI CONSERVAREA PENTRU O PERIOADĂ DE MINIMUM UN AN.

PREZINTĂ AVANTAJUL CĂ POT FI ÎNDEPĂRTATE CU UȘURINȚĂ PRIN SIMPLĂ SPĂLARE CU PETROL, WHITESPIRIT SAU BENZINĂ.



rafinaria PLOIEȘTI

Rafinăria Ploiești fabrică ulei de transformator Tr. 30 corespunzător celor mai exigente condiții calitative impuse de piața străină: V.D.E., British Standard.

Datorită faptului că se obține din țițeiuri selecționate, prin procese de rafinare adîncă, uleiul posedă calități superioare în ceea ce privește stabilitatea termică și constantele dielectrice, asigurînd o funcționare îndelungată a transformatorului în condiții de climat foarte variat.

S-au introdus în fabricație două sortimente de uleiuri albe tehnice de calitate superioară similare celor mai bune produse din străinătate.

Datorită calităților sale, uleiul alb ușor CRISTAL este folosit cu succes la fabricarea polietilenei, avînd rolul de eluent al inițiatorilor de polimerizare ai etilenei.

E 1445

PETROL ȘI GAZE

04

MARTIE 1970
Vol. 21 p. 129—192
BUCUREȘTI
ROMÂNIA
3

petrom

EXECUTĂ PENTRU STRĂINĂTATE
următoarele lucrări în domeniul petrolului:

ÎN SECTORUL EXTRACTIV

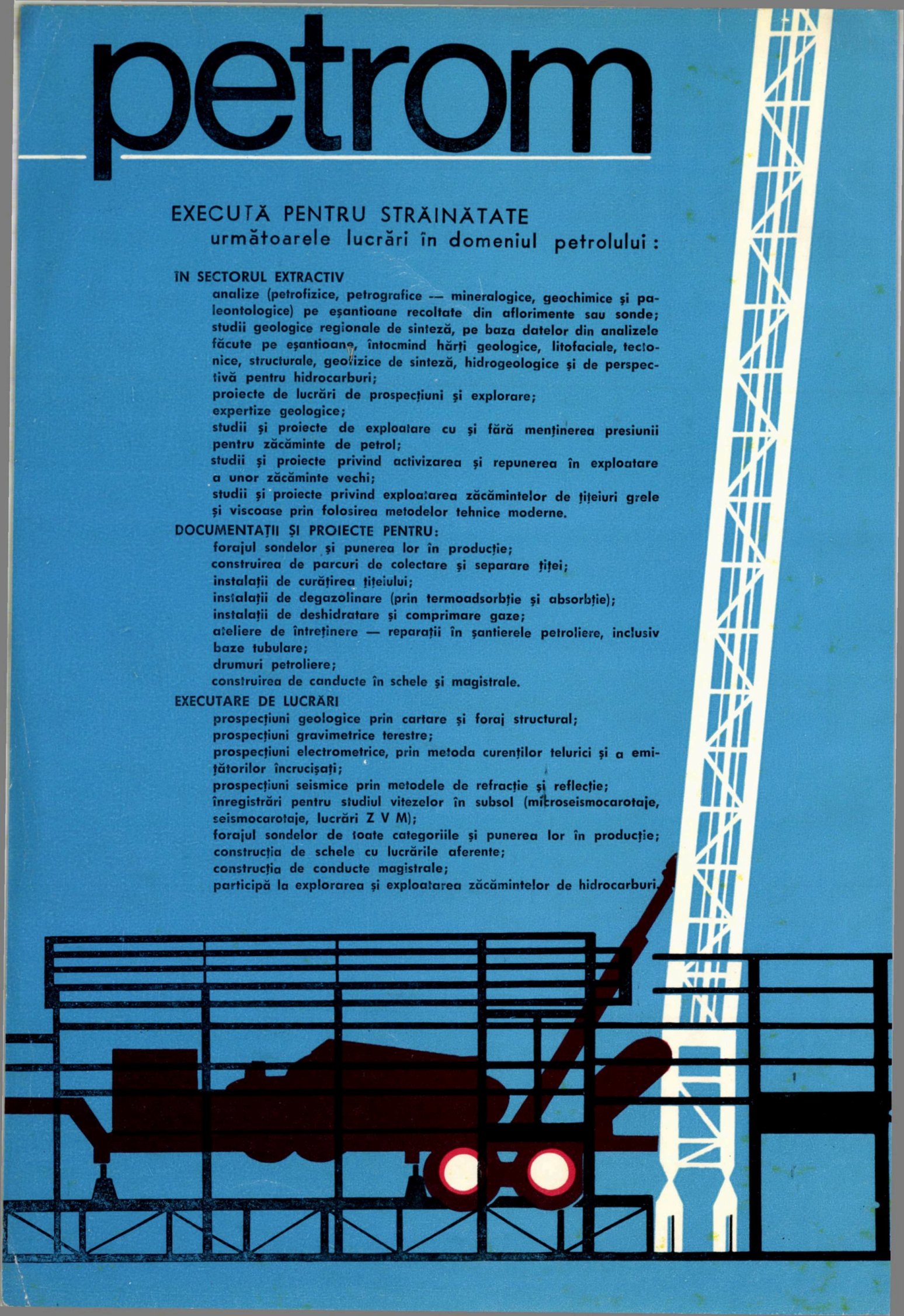
analize (petrofizice, petrografice — mineralogice, geochimice și paleontologice) pe eșantioane recoltate din aflorimente sau sonde;
studii geologice regionale de sinteză, pe baza datelor din analizele făcute pe eșantioane, întocmind hărți geologice, litofaciale, tectonice, structurale, geofizice de sinteză, hidrogeologice și de perspectivă pentru hidrocarburi;
proiecte de lucrări de prospecțiuni și explorare;
expertize geologice;
studii și proiecte de exploatare cu și fără menținerea presiunii pentru zăcăminte de petrol;
studii și proiecte privind activizarea și repunerea în exploatare a unor zăcăminte vechi;
studii și proiecte privind exploatarea zăcămintelor de țițeiuri grele și viscoase prin folosirea metodelor tehnice moderne.

DOCUMENTAȚII ȘI PROIECTE PENTRU:

forajul sondelor și punerea lor în producție;
construirea de parcuri de colectare și separare țiței;
instalații de curățirea țițeiului;
instalații de degazolinare (prin termoadsorbție și absorbție);
instalații de deshidratare și comprimare gaze;
ateliere de întreținere — reparații în șantierele petroliere, inclusiv baze tubulare;
drumuri petroliere;
construirea de conducte în schele și magistrale.

EXECUTARE DE LUCRĂRI

prospecțiuni geologice prin cartare și foraj structural;
prospecțiuni gravimetrice terestre;
prospecțiuni electrometrice, prin metoda curenților telurici și a emițătorilor încrucișați;
prospecțiuni seismice prin metodele de refracție și reflecție;
înregistrări pentru studiul vitezelor în subsol (microseismocarotaje, seismocarotaje, lucrări Z V M);
forajul sondelor de toate categoriile și punerea lor în producție;
construcția de schele cu lucrările aferente;
construcția de conducte magistrale;
participă la explorarea și exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi.



E 1445

VOL. XXI, Nr. 3
martie 1970

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacţia: Bd. N. Bălcescu, 16 ● Telefon 16.78.78 ● BUCUREŞTI ● ROMÂNIA

BIBLIOTECA INSTITUTULUI DE MINE PETROŞANI

CUPRINS

L. Turculeţ: **Meoţianul dintre Topolog şi Argeş** 135—138

I. Banciu: **Aspecte privind reologia fluidelor de foraj** 139—142

O. Peţa: **Calculul analitic al necesarului de prăjini de foraj active şi prăjini de foraj de rocadă** 143—150

Al. D. Stan: **Asupra aplicării metodelor statistice la stabilirea unor parametri necesari în calculul rezervelor de hidrocarburi fluide prin metoda volumetrică** 151—153

C. Savu: **Consideraţii teoretice privind cinetica reacţiei de oxidare pentru obţinerea bitumurilor** 154—160

P. Popescu şi N. Ioanesi: **Calitatea combustibililor pentru turboreactoare şi posibilităţi de realizare în Republica Socialistă România** 161—168

V. Teodorescu: **Clasificarea metodelor cromatografice aplicate uleiurilor minerale** 169—173

I. Dumitru: **Odorizarea gazelor** 174—177

I. Avramescu: **Determinarea numărului optim de parametri pentru controlul centralizat al unui sistem de transportat gaze prin conducte** 178—184

CRONICĂ 185—186

NOTE TEHNICE 186—188

DOCUMENTARE 188—191

SCURTE ŞTIRI 191—192

RECENZII 160

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. GH. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. GH. GEORGESCU, econ. E. MAREŞ, prof. dr. docent ing. G. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. G. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUŞCOIU, ing. N. ROŞCA, ing. N. STOIANOV, ing. A. ZBEREA, ing. GH. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ

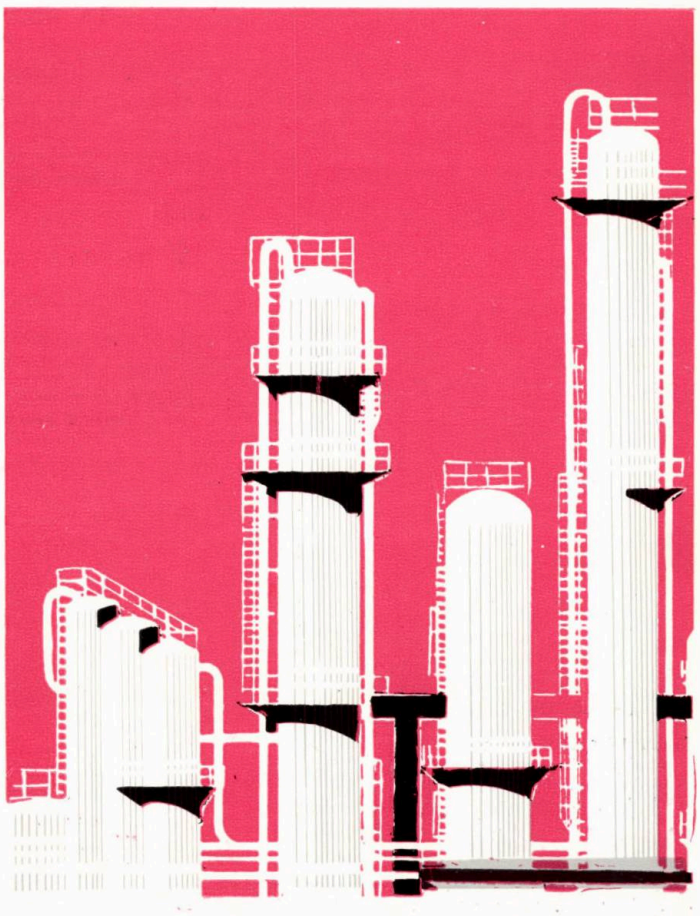
Redactor
Ing. Aurelia Buricatu

PETROM

EXECUTĂ:

În domeniul industriei de prelucrare a țițeiului următoarele lucrări:

- cercetări, proiecte și documentații pentru instalații ce se livrează la export;
- livrări de rafinării sau instalații complete cu acordare de asistență tehnică sau „la cheie";
- studii în laborator și pe instalații pilot pentru diverse materii prime în vederea stabilirii tehnologiei optime de prelucrare;
- asistența tehnică la montajul și punerea în funcțiune a instalațiilor livrate;
- instruirea personalului străin pentru exploatarea instalațiilor livrate;
- instalații de depozitarea și desfacerea produselor petroliere.



CONTENTS

L. Turculeţ: **The Meotian between the Topolog and Argeş Rivers** 135–138

I. Banciu: **Some aspects concerning the drilling fluid rheology** 139–142

O. Peţa: **The analytical calculus of the active and exchange drill pipe requirements** 143–150

Al. D. Stan: **Concerning the application of statistical methods for establishing some parameters required in the calculus of fluid hydrocarbon reserves** 151–153

C. Savu: **Theoretical considerations concerning the oxidation reaction kinetics for obtaining bitumens** 154–160

P. Popescu, N. Ioanesi: **The quality of fuels for turbo-jet engines and relevant possibilities in the Socialist Republic of Romania** 161–168

V. Teodorescu: **The classification of chromatographic methods applied to mineral oils** 169–175

I. Dumitru: **The gas odorization** 174–177

I. Avramescu: **Determining the optimum number of parameters for the centralized control of a gastransporting system through gas lines** 178–184

L. Turculeţ: **The Meotian between the Topolog and Argeş Rivers**

Some data are given concerning the existence of the Meotian deposits comprised between Topolog and Argeş, considered by other authors as Sarmatian or Tortonian deposits, but whose age has now been determined as being Meotian.

These considerations were based on lithological and paleonthological characters as well as on the stratigraphic superposition and net limnic character.

The location of these deposits took place in the old styric orogenesis phase, when the zone between the Topolog and Argeş has been exondated.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 135
D.C 551.781.21

I. Banciu: **Some aspects concerning the drilling fluid rheology**

The paper firstly discusses in a general way the rheology of bodies starting from the general equation of Hooke's law extended from the elastic to the plastic field on the basis of the slipping phenomenon under the action of external loads as being the specific flowing form. The relation between the variation of slipping in time with the variation of the unidirectional slipping speed has been established and the analysis of the respective transversal modules is then made. The final part of the paper contains a general equation of rheology (18) which is then particularized within the fluids (easily deformable bodies) from which the rheological equations of all the types of fluids such as Binghamian, non-linear, linear and ideal Newtonian fluids are successively obtained.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 139
D.C. 622.243.14:532.135

O. Peţa: **The analytical calculus of the active and exchange drill pipe requirements**

The paper presents an analytical method for calculating the active and exchange drill pipes (technical reserve) as a function of parameters such as drilling meters, commercial speed and average depth.

The aim of the method is to ensure the drilling continuity and the performance of the periodical drill pipe checkings by calculating the active drill pipes, for the first and second drilling strings. In relation with the utilization of these pipes, the control and repair frequency is calculated as well as the quantity of pipes required for replacing those which are periodically sent to control and repair shops.

As compared with the graphical calculus method, the analytical calculus has the advantage of being performed in a short time for a set of enterprises by means of electronic computers.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 143
D.C. 622.24.053

P. Popescu, N. Ioanesi: **The quality of fuels for turbo-jet engines and relevant possibilities in the Socialist Republic of Romania**

The physical and chemical characteristics of fuels for turbo-jets, the qualitative level provided by the standards of different countries are discussed special emphasis being placed on the control of the mercaptanic sulphur content and the corrosive action of metals, as well as on the control of the combustion quality, thermic stability, tensioactive substances and metallic microimpurities.

Other items discussed are the main characteristics of these fuels obtained from the Romanian crude oils, their proportion determined by the nature of crude oil, some considerations being finally made concerning the quality of the turbo-jet fuels which can be manufactured from these crude oils by classical technological processes.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 161
D.C. 621.455–6

СОДЕРЖАНИЕ

Л. Туркулец: **Меоциан между бассейном рек Тополог и Арджеш** 135—138

И. Банчу: **Аспекты по реологии буровых растворов** 139—142

О. Пеца: **Аналитический расчёт потребности в активных бурильных штангах и в бурильных рокировочных штангах** 143—150

Ал. Д. Стан: **О применении статистических методов при определении ряда параметров необходимых для определения резервов жидких углеводородов.** 151—153

К. Саву: **Теоретические соображения относительно кинетических реакции для получения битумов** 154—160

П. Попеску, Н. Иоанеси: **Качество горючих для турбореакторов и возможности производства их в Социалистической Республике Румыния** 161—168

В. Теодореску: **Классификация хроматографических методов применяемых для минеральных масел** 169—173

И. Думитру: **Ароматизация газов** 174—177

И. Аврамеску- **Опредеелние оптимального числа параметров для централизированного контроля транспортной системы для газов через трубопроводы** 178—184

Л. Туркулец: **Меоциан между бассейном рек Тополог и Арджеш**

Приводятся данные по существованию отложении меоциана между бассейном рек Тополог и Арджеш, которые другие авторы считают как отложения сармата или тортона. В настоящее время уточняется что их возраст принадлежит к меоциану. В основу этих соображении легли литологическая, палеонтологическая характеристики, стратиграфическая суперпозиция и четко выраженная лимническая характеристика. Наслаивание этих отложении имело место в орогенезисе (древнестирический) когда зона расположенная между Топологом и Арджешем была экзондирована.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 135
Д.К. 551.781.21

И. Банчу: **Аспекты по реологии буровых растворов**

В статье обсуждается в общих чертах, прежде всего реология тел исходя из общего уровнения закона Хоке, распространенного из области эластики и на область пластики, беря за основу явление сдвига под действием внешних нагрузок, являющимся специфической формой течения. Далее проводят связь между изменением течения в продолжение времени с изменением скорости сдвига одностороннего направления и анализ соответствующих поперечных модулей. В последней части работы выявляется общее уровнение реологии (18), которое распространяется потом на флюиды (тела легко диформирующиеся) из которых постепенно получаются реологические уровнения всех типов флюидов: Бингамиана, Ньютона, нелинейные, линейные и идеальные.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 139
Д.к. 622.243.14:532.135

О. Пеца: **Аналитический расчёт потребности в активных бурильных штангах и в бурильных рокировочных штангах**

В статье приводится метод аналитического расчёта протребности в активных и рокировочных (технический резерв) штангах в зависимости от полученных задании: метры бурения, коммерческая скорость и средняя глубина. На этом основании базируется обеспечение непрерывности бурения и проведение периодического контроля бурильных штанг, расчитывая потребность в активных бурильных штангах для первой гарнитуры и для второй бурильной гарнитуры. В зависимости от их использования производят расчёт частоты контроля и ремонта, а также необходимое число штанг, для замены тех которые периодически отправляют в мастерские для проверки и починки. Аналитический расчёт имеет то преимущество по сравнению с методом графического расчёта, что его можно производить и для ряда предприятии в короткое время, пользуясь даже электронной вычеслительной машиной.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 143
Д.К. 622.24.053

Н. Иоанеси, П. Попеску: **Качество горючих для турбореакторов и возможности производства их в Социалистической Республике Румыния.**

В статье расматриваются физико-химические характеристики горючих для турбореакторов, качественный уровень предусмотренный в перечнях по качеству из различных стран, выявляя особо контроль по содержанию с меркаптановой серы и коррозийного действия на металлы, качественный контроль по горению, термической стабильности, тензиоактивных веществ и металлических микровзвесей. Рассматриваются также основные характеристики этих горючих полученных из румынских нефтей, их пропорция определяемая родом нефти, давая в заключении качество горючих для турбореакторов которые могут быть изготовлены из этих нефтей путём классических, технологических способов.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 161
Д.К. 621.455—6

INHALT

L. Turculeţ: **Das Meozian zwischen Topolog und Argeş** 135—138

I. Banciu: **Aspekte der Rheologie der Bohrflüssigkeiten** 139—142

O. Peţa: **Analytische Berechnung des Bedarfs an aktiven Bohrgestänge und Auswechse'gestänge** 143—150

Al. D. Stan: **Uber die Anwendung der statistischen Methoden bei der Festlegung einiger notwendigen Parameter für die Berechnung der flüssigen Kohlenwasserstoffreserven** 151—153

C. Savu: **Theoretische Erwägungen in bezug auf die Kinetik der Oxydationsreaktion für die Bitumengewinnung** 154—160

P. Popescu, N. Ioanesi: **Qualität des Treibstoffs für Strahlturbinen und Möglichkeiten seiner Herstellung in der Sozialistischen Republik Rumänien** 161—168

V. Teodorescu: **Klassifikation der chromatographischen Methoden für mineralische Öle** 169—173

I. Dumitru: **Riechbarmachung der Gase** 174—177

I. Avramescu: **Bestimmung der optimalen Parameterzahl für die zentralisierte Kontrolle eines Rohsystems für Gasbeförderung** 178—184

L. Turculeţ, : **Das Meozian zwischen Topolog und Argeş**

Der Aufsatz enthält Daten über das Vorhandensein meozianischer Lagerstätten zwischen den Tälern des Topolog -und des Argeşflusses, die von anderen Autoren als sarmatischen oder tortonianischen Ursprungs angesehn werden. Zur Zeit wird ihr Alter in das Meozian verlegt.

Die Grundlage dieser Erwägungen bilden die lithologischen und paläontologischen Kennzeichen, die stratigraphische Überlagerung und der ausgesprochen limnische Charakter.

Die Absetzung dieser Lagerstätten fand in der „altstyrischen" orogenesischen Phase statt, als die Zone zwischen Topolog und Argeş ausgetrockent ist.-

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 135
D.K. 551.781.21

I. Banciu: **Aspekte der Rheologie der Bohrflüssigkeiten**

Der Vefasser behandelt in erster Linie, vom allgemeinen Standpunkt aus, die Rheologie der Körper, wobei er von der allgemeinen Gleichung des Hooke-Gesetzes ausgeht, und dieses aus dem elastischen auch in den plastischen Bereich ausgeweitet wird. Dabei wird von der Gleiterscheinung ausgegangen, die unter der Einwirkung der äusseren Belastungen als eine spezifische Form des Fliessens eintritt. Fortfarend wird eine Verbindung zwischen der seitlichen Gleitvariation und der Variation der in einer Richtung verlaufenen Gleitgeschwindigkeit wie auch der Analyse der betreffenden Transversalmodulen gezogen. Im letzten Teil wird eine allgemeine Gleichung der Rheologie (18) dargelegt, die sodann auf die Flüssigkeiten (leicht verformbare Körper) bezogen wird. Daraus werden die rheologischen Gleichungen aller Fluidtypen abgeleitet wie: Binghamische,Newtonische nichtlineare, lineare und idelae Fluide.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 139
D.K. 622.243.14:532.135

O. Peţa: **Analytische Berechnung des Bedarfs an aktivem Bohrgestänge und Auswechselgestänge**

Der Verfasser beschreibt die Methode der analytischen Berechnung des Bedarfs an aktiven und Auswechselgestänge (technische Reserve) im Verhältnis zu den betreffenden Zielsetzungen: Bohrmeter, Handelsgeschwindigkeit und durchschnittliche Tiefe.

Die Berechnung ist auf die Gewährleistung eines kontinuierlichen Bohrbetriebs und der periodischen überprüfung des Bohrgestänges ausgerichtet, wobei der Bedarf für die erste und die zweite Bohrgarnitur ermittelt wird. Im Verhältnis zu deren Einsatz wird die Häufigkeit der Überprüfungen und Ausbesserungen wie auch die notwendige Menge von Gestänge für die Auswechselung des, zur Kontrolle und Ausbesserung in die Wetkstatt gebrachten Gestänge berechnet.

Die analytische Berechnung weist den Vorteil auf, dass sie gegenüber der graphischen Berechnung, in kurzer Zeit auch für eine Anzahl von Betrieben und mit Hilfe der elektronischen Rechner durchgeführt werden kann.

Petrol şi Gaze,, 21, 1970, nr, 3, p. 143
D.K. 622.24.053

P. Popescu, N. Ioanesi: **Qualität des Treibstoffs für Strahlturbinen und Möglichkeiten seiner Herstellung in der SR Rumänien**

Die Verfasser untersuchen die physikalischen und chemischen Kennzeichen der Triebstoffe für Strahlturbinen sowie, den, in den Gütebestimmungen verschiedener Länder vorgesehenen Qualitätstand und unterstreichen ins besondere Weise die Kontrolle des Gehalts an merkaptanischen Schwefel und dessen Korrosionswirkung auf Metalle, die Kontrolle der Brennqualität, der Wärmebeständigkeit der oberflächenaktiven Stoffe und der metallischen Mikroverunreinigungen.

Untersucht werden desgleichen die wichtigsten Kennzeichen dieser Brennstoffe, die aus rumänischen Erdölen wurden und deren Verhältnis zur Art des Rohöls. Abschliessend wird die Qualität der Strahlturbinentreibstoffe dargelegt, die aus diesen Rohölen durch herkömmliche Fertigungsprozesse gewonnen werden können.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 161
D.K. 621.455—6

SOMMAIRE

L. Turculeţ : **Le méotien entre les rivières Topolog et Argeş.** 135—138

I. Banciu: **Aspects concernant la rhéologie des fluides de forage.** 139—142

O. Peţa: **Le calcul analytique du nécessaire de tiges de forage actives et de remplacement.** 143—150

Al. D. Stan: **Au sujet de l'application des méthodes statistiques pour établir les paramètres nécessaires au calcul des réserves d'hydrocarbures fluides** 151—153

C. Savu: **Considérations théoriques sur la cinétique de la réaction d'oxydation pour l'obtention des bitumes** 154—160

P. Popescu, N. Ioanesi: **La qualité des combustibles pour turboréacteurs et possibilités de réalisation en République Socialiste de Roumanie** 161—168

V. Teodorescu: **La classification des méthodes chromatographiques appliquées aux huiles minérales** 169—173

I. Dumitru: **L'odorifération des gaz** 174—177

I. Avramescu: **La détermination du nombre optimum de paramétres pour le contrôle centralisé d'un système de transport des gaz par conduites** 178—184

L. Turculeţ: **Le méotien entre les rivières Topolog et Argeş**

On présente quelques données sur l'existence des dépôts méotiens compris entre les vallées du Topolog et de l'Argeş considérés par certains auteurs comme des dépôts sarmatiens ou tortoniens, mais dont l'âge est précisé à présent comme étant méotien.

A la base de ces considérations se sont trouvés les caractères lithologiques, paléonthologiques, la superposition stratigraphique et le caractère limnique net.

La mise en place de ces dépôts a eu lieu dans la phase d'orogenèse „styrique ancienne", lorsque la zone comprise entre le Topolog et l'Argeş a été exondée.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 135
C.D. 551.781.21

I. Banciu: **Aspects concernant la rhéologie des fluides de forage**

On discute d'abord sous un aspect général, la rhéologie des corps à partir de l'équation générale de la loi de Hooke étendue du domaine élastique au domaine plastique, en prenant comme base le phénomène de glissement sous l'action des charges extérieures, comme étant la forme d'écoulement spécifique. On établit ensuite la relation entre la variation du glissement dans le temps et la variation de la vitesse de glissement unidirectionnel et l'analyse des modules transversaux respectifs. On met en évidence dans la partie finale une équation générale de la rhéologie (18), qui est particularisée ensuite dans le cadre des fluides (corps aisément déformables) à partir de laquelle on obtient successivement les équations rhéologiques de tous les types de fluides tels que : binghamiens, newtoniens non-linéaires, linéaires et idéaux

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, p. 139
C.D. 622.243.14:532.135

O. Peţa: **Le calcul analytique du nécessaire de tiges de forage actives et de remplacement**

L'article présente une méthode de calcul analytique du nécessaire de tiges de forage actives et de rocade (réserve technique) en fonction des objectifs à réaliser: mètres de forage, vitesse commerciale et profondeur moyenne.

Elle a pour but d'assurer la continuité du forage et l'exécution des vérifications periodiques des tiges de forage, en calculant le nécessaire de tiges actives pour la première et la deuxième garniture de forage. En fonction de l'utilisation de celle-ci, on a calculé la fréquence de contrôle et de réparation, ainsi que la quantité de tiges requise pour remplacer celles qui sont périodiquement envoyées aux ateliers pour contrôle et réparation.

Le calcul analytique a, par rapport à la méthode de calcul graphique, l'avantage de pouvoir être effectué rapidement pour un ensemble d'entreprises, au moyen des machines à calculer électroniques.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 3, 143
C.D. 622.24.053

P. Popescu, N. Ioanesi, **La qualité des combustibles pour turboréacteurs et possibilités de réalisation en République Socialiste de Roumanie**

On examine les caractéristiques physico-chimiques des combustibles pour turboréacteurs, le niveau qualitatif prévu dans les spécifications de qualité des différents pays et on met en évidence tout particulièrement le contrôle de la teneur en soufre mercaptanique et de l'action corrsive sur les métaux, ainsi que le contrôle de la qualité de combustion, de la stabilité thermique, des substances tensioactives et des microimpuretés métalliques.

On examine également les principales caractéristiques de ces combustibles obtenus des bruts roumains, la proportion de ceux-ci déterminée par la nature du brut. On présente finalement la qualité des combustibles pour turboréacteurs qui peuvent être fabriqués à partir de ces bruts par des procédés technologiques classiques.

Petrol şi Gaze, 21, 1970 nr. 3, p. 161
C.D. 621.455—6

Meoţianul dintre Topolog şi Argeş

L. Turculeţ

Printre formaţiunile geologice cu perspective petrogazeifere, un loc de seamă îl ocupă depozitele meoţiene.

Potenţialul lor economic a fost, de altfel, verificat prin numeroase sonde, în special în Muntenia şi Oltenia.

Din datele obţinute pînă în prezent, rezultă că meoţianul din Oltenia este mai puţin interesant din acest punct de vedere. Totuşi, prin particularităţile litologice pe care le prezintă şi prin variaţiile de facies din anumite sectoare, aceste depozite suscită interes, fie în sensul precizării poziţiei lor stratigrafice, fie în sensul stabilirii vîrstei.

Referindu-ne la sectorul dintre Topolog şi Argeş, meoţianul ridică problema a însăşi existenţei sale.

Datorită lipsei unor elemente paleontologice certe, vîrsta succesiunii litologice cuprinsă între depozitele helveţiene şi cele ponţiene din acest sector a fost mult disputată.

În acest sens, articolul de faţă aduce unele precizări de ordin litologic şi paleontologic şi argumente în scopul susţinerii vîrstei meoţiene a acestor depozite.

Istoricul cercetărilor

Primele menţiuni asupra depozitelor pliocene dintre Topolog şi Argeş le întîlnim în lucrările lui I. P. Ionescu Argetoaia [4], în care ponţianul ocupă suprafaţa cea mai întinsă şi în care depozitele la care ne referim sînt considerate ca helveţiene.

Mai tîrziu, în lucrările lui I. P. Voiteşti [10], depozitele litologice care succed helveţianul sînt considerate ca aparţinînd sarmaţianului. Acelaşi autor, în 1937, într-o lucrare pentru petrol [11], aduce completări, admiţînd între Topolog şi Argeş, prezenţa meoţianului, la care înglobează şi o parte din depozitele helveţiene. În lucrările ulterioare ale lui V. Dragoş [1, 2, 3], aceleaşi sedimente, dar cu o suprafaţă mai restrînsă decît în lucrările lui Voiteşti, sînt considerate de vîrstă tortoniană.

Cercetările din 1954, întreprinse de noi [9] pentru studiul hidrocarburilor dintre Topolog şi Argeş, au urmărit şi problema stratigrafiei pliocenului. Cu această ocazie am atribuit acestor depozite vîrsta meoţiană. Studiile ulterioare [5] au confirmat parţial opiniile noastre.

Fără îndoială că pentru o formaţiune care nu prezintă suficiente elemente paleontologice, există şi reticenţe. Astfel se explică şi faptul că pe harta geologică a Republicii Socialiste România nu se menţionează prezenţa meoţianului dintre Topolog şi Argeş.

Delimitare geografică

Aşa cum au fost separate de noi în 1954, depozitele meoţiene ocupă cartografic o zonă îngustă, de circa 1 km, orientată aproximativ E—V (fig. 1).

Începînd din Valea Argeşului spre Topolog, meoţianul a fost întîlnit în dreptul satului Dobroţ, între *D.* Malul Corbului şi Poiana Mare, la sud de satul Vernești, în raza satului Băniceşti, pînă în comuna Bărseştii de Sus — pe Valea Topologului.

Deschideri bune se găsesc pe *V.* Ogrăzilor, V. Verneştilor şi *V.* Arinilor.

Din punct de vedere morfologic, depozitele meoţiene şi cele helveţiene formează culmi domoale, fără a avea caractere deosebite distinctive pentru fiecare formaţiune în parte.

Descriere litologică

Sub aspect litologic, depozitele atribuite meoţianului apar într-un facies lacustru continental şi se deosebesc net de cele helveţiene, peste care stau, şi de cele ponţiene, pe care le suportă, astfel încît identificarea lor stratigrafică nu creează greutăţi.

Alcătuite în bază din argile nisipoase cu concreţiuni calcaroase, trec către partea superioară în nisipuri cu concreţiuni grezoase şi chiar la pietrişuri cu structură încrucişată.

Profile continue, bine deschise pentru urmărirea succesiunii complete a meoţianului nu există. Totuşi, prin zonele lor de apariţie la zi, se poate reconstitui succesiunea litologică aproape completă (fig. 2).

Argilele nisipoase cu concreţiuni calcaroase şi cu intercalaţii centimetrice de nisipuri cenuşii micafere, care stau în baza meoţianului, apar doar în cîteva locuri, cum ar fi în Malul

Corbului, în dreptul satului Dobroț-pe Argeș—, pe V. Arinilor, spre Topolog. Pe *V.* Danului, în dreptul satului Vernești, și la Bîrsești de Jos, predomină nisipurile albicioase, micafere, cu concrețiuni calcaroase. În nisipuri se întîlnesc pungi cărbunoase și lentile de marne ciocolatii sau verzui, remaniate din helvețian.

Grosimea totală a succesiunii descrise este apreciată la circa 260 m, pe *V.* Topologului, și la circa 350 m, pe *V.* Argeșului.

Ținînd seama de raporturile cu formațiunile adiacente, se poate afirma că meoțianul este transgresiv și concordant, acoperind cînd orizontul roșcat al helvețianului, cum este pe *V.*

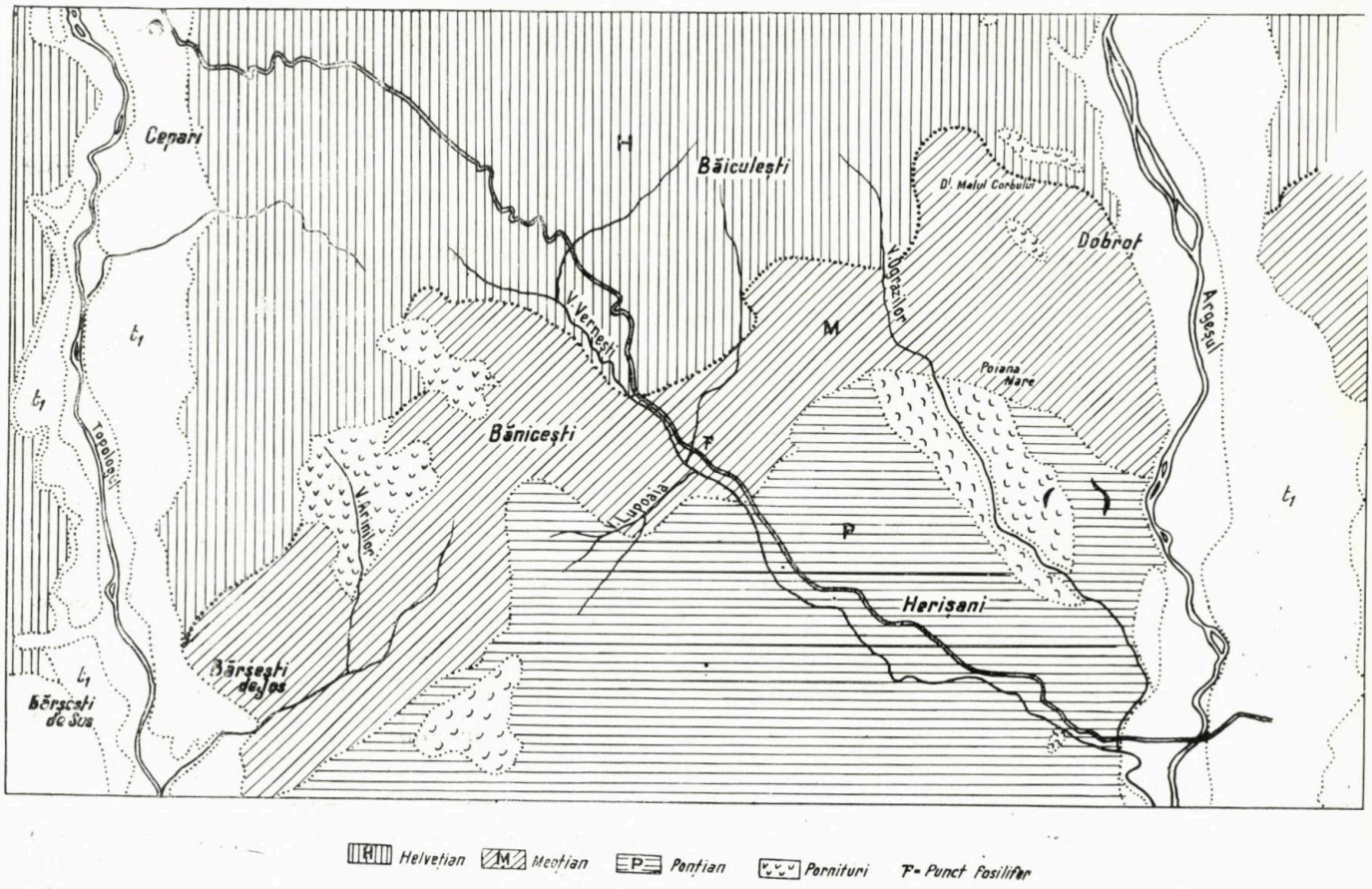


Fig. 1. Schiță geologică cu aria de răspîndire a depozitelor meoțiene dintre *V.* Topolog și Argeș.

În aceste nisipuri, pe dealul din dreptul confluenței *V.* Lupoaia cu *V.* Vernești, au fost găsite de noi cîteva exemplare de Hellix, Planorbis și Planorbarius, singurele elemente paleontologice.

Nisipurile prezintă pe alocuri concrețiuni grezoase de dimensiuni și de forme variabile, de la 2 pînă la 50 cm. Se întîlnesc adesea și pietrișuri eterogene, cu elemente fie de cristalin, fie de paleogen sau de helvețian. Acestea prezintă un aspect torențial, în care dispoziția elementelor componente este haotică, fără a se putea preciza un ritm de sedimentare.

Acolo unde apar argile nisipoase cu intercalații de nisipuri, deci partea inferioară a meoțianului, stratificația este evidentă și stratele sînt măsurabile. Înclinările medii ale stratelor sînt de circa 12° sud, încadrîndu-se perfect în alura generală monoclinală a Depresiunii Getice din acest sector.

Danului, cînd orizontul marnelor cenușii helveține, cum este la sud de P. Burculești, sau la sud de satul Băiculești.

Problema vîrstei

Așa cum am arătat la istoricul cercetărilor, opiniile asupra vîrstei succesiunii litologice cuprinse între helvețian și pontian au variat de la autor la autor. Lipsa unor argumente paleontologice sigure a făcut ca aceste depozite să fie atribuite cînd sarmațianului, cînd tortonianului. Criteriile care au stat la bază s-au axat fie pe superpoziție stratigrafică, fie pe corelări cu zone mai îndepărtate.

În cercetările noastre, ținînd seama de toate aceste opinii, am căutat să aducem precizări referitoare la vîrstă, bineînțeles în măsura în care datele de teren ne-au permis.

Analizele micropaleontologice efectuate pe probele de teren nu au dat un răspuns edificator, în sensul că majoritatea probelor au fost sterile sau neconcludente. Singurele elemente întîlnite au fost fragmente de *Dyscocicline*, *nummuliți* și *spiculi Spongieri*.

Aspectul litologic, precum și prezența celor cîteva exemplare de *Helix*, de *Planorbis* și de *Planorbarius* au confirmat caracterul limnic al acestor depozite. Cum aceste caractere nu se cunosc în Depresiunea Getică decît în meoțianul de la est de Olt și în levantin și cum

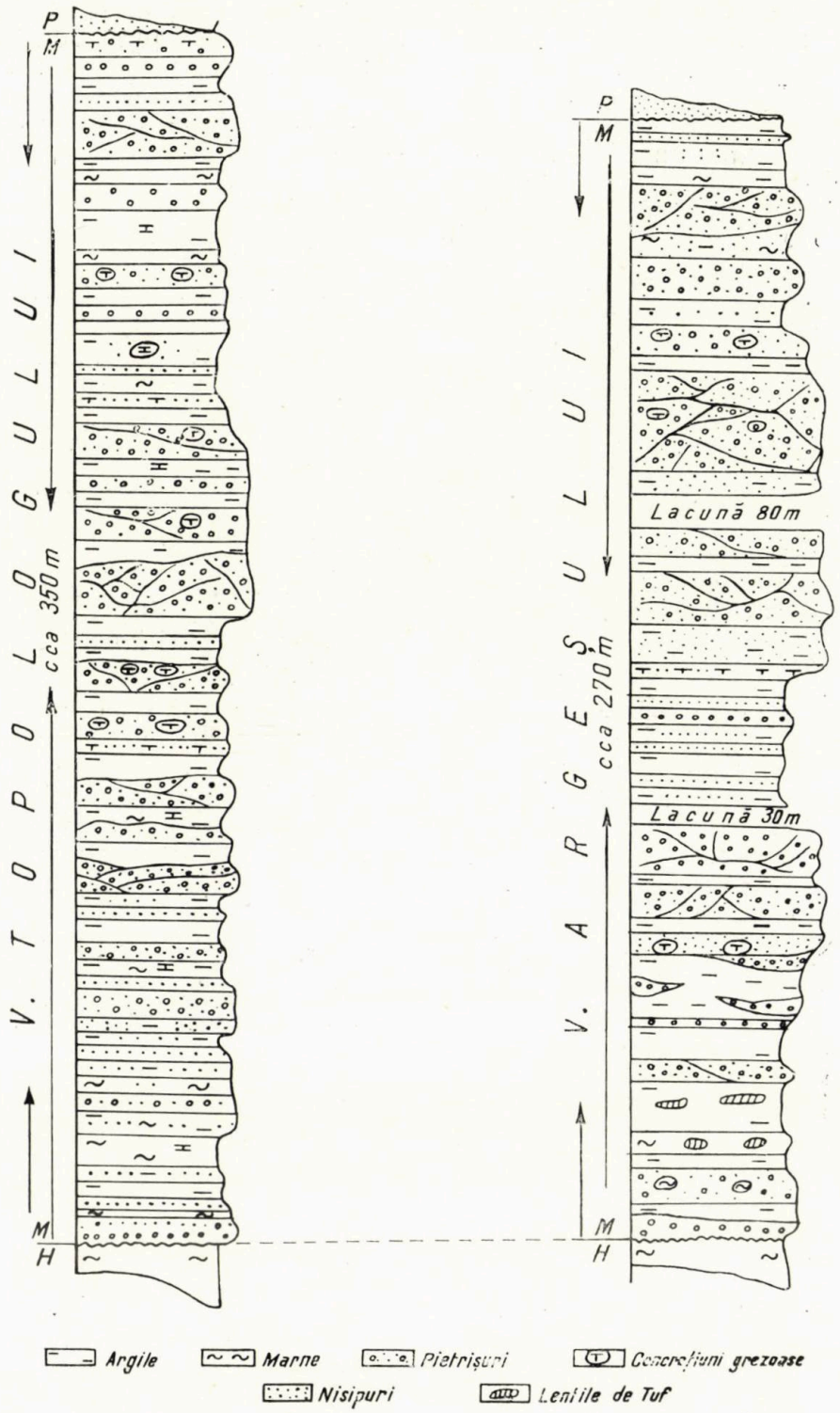


Fig. 2. Coloană stratigrafică sintetică a meoțianului dintre Topolog și Argeș.

depozitele descrise se găsesc între helveţian şi ponţian, vîrsta lor nu poate fi decît meoţiană. Posibilitatea de a fi sarmaţiene este exclusă, deoarece aceleaşi depozite întîlnite la vest de Topolog, pe *V.* Sîmnicului, stau discordant peste sarmaţianul mediu fosilier. Nu pot fi atribuite nici tortonianului, prin faptul că, aşa cum este cunoscut pînă în prezent, tortonianul reprezintă sfîrşitul unui ciclu de sedimentare marin cu caractere litologice şi paleontologice bine precizate.

Prin poziţia pe care o ocupă, sub depozitele ponţiene, şi prin caracterul limnic, am considerat mai normal să le atribuim bazei pliocenului, adică meoţianului, deoarece în întreaga depresiune, începînd cu meoţianul, aportul apelor de pe continent se face resimţită.

Concluzii

Din datele prezentate, rezultă că între depozitele cu caracter marin şi cele salmastre-dulcicole, în zona dintre Topolog şi Argeş se interpun depozite cu caracter limnic.

Acestea sînt o continuare a unei zone de apariţie de la est de Olt, care se extinde dincolo de *V.* Argeşului, pînă aproape de rîul Tîrgului.

Grosimea acestor depozite variază între 200 şi 350 m.

Ele prezintă un caracter transgresiv şi concordant.

Vîrsta meoţiană a fost atribuită prin identitatea litofacială cu zona de la vest de Topolog, unde, în *V.* Sîmnicului, stau discordant peste depozitele sarmaţianului mediu şi prin poziţia pe care o ocupă între helveţian şi ponţian.

Caracterul litologic, prezenţa exemplarelor de *Helix*, de *Planorbis* şi de *Planorbarius*, precum şi resturile de *Dyscocicline* şi de numuliţi arată o transgresiune continentală, care a avut loc în faza de orogeneză stirică veche, cînd zona corespunzătoare ariei de repartiţie a meoţianului era exondată.

O ridicare a fundamentului preneogen în acest sector este, de altfel, confirmată şi de lucrările geofizice [6,7]. Identitatea litologică a meoţianului separat de noi între Topolog şi Argeş încă din 1954 a fost confirmată recent prin sondele de la Curtea de Argeş şi *V.* Danului.

BIBLIOGRAFIE

1. Dragoş, V. Raport geologic asupra cercetărilor executate în Valea Argeşului în vederea amenajării hidroelectrice. În: Arhiv. Instit. Geol. al Academiei R. P. R., Bucureşti, 1952.
2. Dragoş, V. Raport geologic asupra regiunii dintre rîul Topolog şi *V.* Olăneşti. În: Arh. Institut. Geol. al României, Bucureşti, 1952.
3. Dragoş, V. Cercetări geologice asupra regiunii dintre rîurile Topolog şi Olt (comunicare preliminară). Dări de seamă ale şedinţei Com. Geol., **XXXVII**, 1949 — 1950, Bucureşti, 1951.
4. Ionescu Argetoaia, I. P. Pliocenul din Oltenia. În Arh. Inst. Geol. al României, **VIII**, 1914.
5. Olteanu, Fl., Popescu, M., Iorgulescu, T. Contribuţii la studiul stratigrafic al neogenului din Oltenia şi Muntenia. În: Studii şi cercetări de exploatare şi prelucrare a ţiţeiului, Bucureşti, 1956.
6. Petrache, N., Burcea, N. Raport final asupra prospecţiunilor seismice executate în Regiunea Argeş-Dîmboviţa. În: Form. 15 — 17/67, Arh. M. P.
7. Slănină, Fl. şi Blum, R. Raport final asupra lucrărilor seismice regionale în regiunea dintre rîurile Dîmboviţa şi Olt, ech. 6—7/53, Arh. M. P., Bucureşti, 1954.
8. Saulea, E. Geologie istorică. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1967.
9. Turculeţ, L. Cartare geologică între rîurile Topolog şi Argeş (reg. Sălătruc — Curtea de Argeş). În: Arh. M. P., Bucureşti, 1955.
10. Voiteşti, I. P. Contribuţii la studiul geologic şi paleontologic al regiunii Muscelelor dintre rîurile Dîmboviţa şi Olt. În: Arh. Instit. Geol. al României, **III**, fasc. 3, 1908.
11. Voiteşti, I. P. West Romania. Report on the anticliness and variation of the Meotic formation West of Ialomitza River. Teleajen, 1937.

Aspecte privind reologia fluidelor de foraj

I. Banciu

După cum se știe, problema reologiei în general și cea a fluidului de foraj în special constituie un capitol teoretic important în domeniul respectiv. Din acest motiv, în literatura de specialitate este mult tratată în diverse concepte și teorii [1]. În cele ce urmează nu se vor comenta în mod deosebit toate aceste teorii, ci se încearcă a se face o interpretare și o descriere matematică proprie.

În scopul celor propuse se va lua mai întîi în studiu un corp oarecare la temperatură constantă, considerat ca fiind: continuu, izotrop, deformabil succesiv, mai întîi elastic, apoi plastic. Dacă se acționează asupra acestui corp pe toate suprafețele laterale cu o sarcină exterioară pînă la limita de rezistență a acestuia, starea de solicitare corespunzătoare se exprimă cu relația tensorială de forma:

$$T^{ij} = K^{ij\alpha\beta}_{(e)}\,\varepsilon_{(e)\alpha\beta} + K^{ij\alpha\beta}_{(p)}\,\varepsilon_{(p)\alpha\beta} \leqslant T^{ij}_{(l)} \qquad (1)$$

reprezentînd ecuația legii lui Hooke extinsă și în domeniul plastic, în care:

T^{ij} este tensorul solicitărilor unitare;
$K^{ij\alpha\beta}_{(e)}$ — tensorul de elasticitate;
$\varepsilon_{(e)\alpha\beta}$ — tensorul deformației elastice;
$K^{ij\alpha\beta}_{(p)}$ — tensorul de plasticitate;
$\varepsilon_{(p)\alpha\beta}$ — tensorul deformațiilor plastice;
$ij\alpha\beta$ — 1, 2, 3 direcții principale ale tensorilor.

Ținînd seama însă de caracterul izotrop al corpului și considerînd fenomenul de alunecare ca un proces specific de curgere, pe o singură direcție, ecuația tensională (1) capătă caracter scalar și poate fi scrisă sub forma:

$$\tau = G_{(e)}\,\gamma_{(e)} + G_{(p)}\,\gamma_{(p)} \leqslant \tau_{(e)} \qquad (2)$$

în care:

τ este solicitarea unitară transversală;
$G_{(e)}$ — modulul transversal de elasticitate;
$\gamma_{(e)}$ — deformația specifică transversală (alunecarea) în domeniul elastic;
$G_{(p)}$ — modulul transversal de elasticitate;
$\gamma_{(p)}$ — deformația specifică transversală (alunecare) în domeniul plastic.

Experiența dovedește însă că deformația unui corp nu se produce concomitent cu aplicarea sarcinii, ci ea are loc în timp și după aplicarea sarcinii. Pe baza acestei constatări se stabilește că atît starea de solicitare, cît și deformația sînt funcții simultane de mai multe variabile, ale căror ecuații asociate sînt:

$$\tau = f(\gamma,\ t) \quad \text{și} \quad \gamma = \varphi(\tau,\ t) \qquad (3)$$

Stabilirea acestei dependențe, sub aspectul matematic și al fenomenului respectiv, se poate face fie pe calea folosirii ecuațiilor diferențiale cu derivate parțiale, corespunzătoare fenomenului de relaxare sau deformației continue sub o stare de solicitare constantă inferioară celei de rupere, fie mai simplu, în afara acestor considerente, avînd în vedere doar urmărirea variației în timp a sarcinii și a deformației.

Întrucît prima cale a mai fost expusă într-o lucrare anterioară [2], în lucrarea de față se va trata calea a doua, care se demonstrează matematic mai simplu și este la fel de riguroasă.

Pentru a găsi dependența funcțională între deformație și timp, $\gamma = \varphi(t)$ pentru τ = const., ne prevalăm de cele indicate în diagrama din figura 1 și cunoscută în literatură [3].

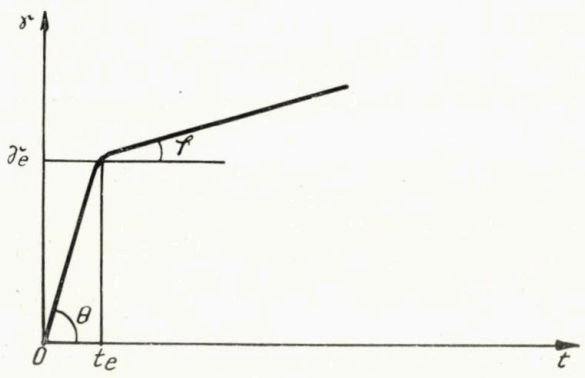


Fig. 1. Diagrama deformației în funcție de timp $\gamma = \varphi(t)$.

Se constată în această diagramă că deformația în raport cu timpul este liniară în ambele domenii (elastic și plastic), deosebindu-se doar prin locul lor geometric. Pentru a putea exprima matematic aceste dependențe, derivăm ecuația (2) în raport cu timpul:

$$\frac{d\tau}{dt} = G_{(e)}\,\frac{d\gamma_{(e)}}{dt} + G_{(p)}\,\frac{d\gamma_{(p)}}{dt} \qquad (4)$$

Ținînd seama însă de faptul cunoscut că între deformație și viteza de curgere există relația :

$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{dv}{dr}, \qquad (5)$$

în mod similar, termenii respectivi din ecuația (4) se pot scrie în cazul celor două domenii :

$$\frac{d\gamma_{(e)}}{dt} = \frac{dv_{(e)}}{dr} = \text{tg } \theta = \text{const.} \qquad (6)$$

$$\frac{d\gamma_{(p)}}{dt} = \frac{dv_{(p)}}{dr} = \text{tg } \varphi = \text{const.}$$

și astfel ecuația (4) poate fi scrisă :

$$\frac{d\tau}{dt} = G_{(e)} \frac{dv_{(e)}}{dr} + G_{(p)} \frac{dv_{(p)}}{dr} \qquad (7)$$

În continuare trebuie analizate modulele transversale $G_{(e)}$ și $G_{(p)}$ în raport cu deformația. În acest scop, ne prevalăm de diagrama lui Hooke, cunoscută din rezistența materialelor (fig. 2).

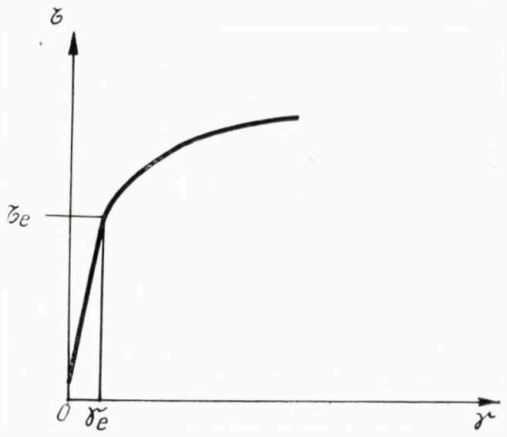


Fig. 2. Diagrama Hooke $\tau = f(\gamma)$.

Se observă ușor din această diagramă că, la rîndul său, locul geometric al curbei lui Hooke, sub aspect grafic este prezentat în figura 3 și reprezintă chiar cele două module transversale : de elasticitate $G_{(e)}$ și de plasticitate $G_{(p)}$.

În ceea ce privește modulul transversal de elasticitate $G_{(e)}$ se vede ușor că acesta este constant și deci nu variază în raport cu alunecarea. Astfel, se poate scrie :

$$\frac{dG_{(e)}}{dr} = 0 \quad \text{și} \quad G_{(e)} = \text{const.} \qquad (8)$$

În ceea ce privește modulul transversal de plasticitate $G_{(p)}$ se constată că variază în raport cu alunecarea, după o curbă oarecare, ce scade continuu. În acest caz, el poate fi scris :

$$\frac{dG_{(p)}}{d\gamma} = f(\gamma) \quad \text{și} \quad G_{(p)} = F(\gamma) \qquad (9)$$

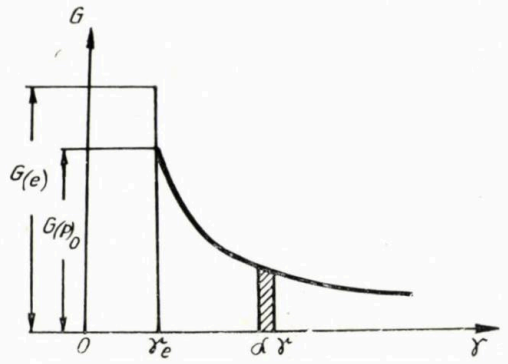


Fig. 3. Diagrama modulelor transversale $G(e)$ și $G(p)$ în raport cu alunecarea γ.

Pentru a stabili dependența acestuia față de deformație se pleacă de la ecuația diferențială de forma :

$$\gamma^n \frac{dG_{(p)}}{d\gamma} = -k_{(p)} \cdot G_{(p)} \qquad (10)$$

din a cărei integrare, și în condițiile $\gamma = \gamma_{(e)}$ și $G_{(p)} = G_{(p)0}$, se obține ecuația :

$$G_{(p)} = G_{(p)0}\, e^{-\frac{k(p)}{1-n}(\gamma - \gamma_{(e)})^{1-n}} \qquad (11)$$

în care :

$G_{(p)0}$ este valoarea inițială a modulului de elasticitate ;

$k_{(p)}$ — coeficient de proporționalitate plastică ;

n — exponent cu valoare strict numerică avînd o valoare constantă cuprinsă între $0 < n < 1$ și determinînd esențial variația și mărimea curburii modulului $G_{(p)}$.

Am obținut astfel ecuația modulului de plasticitate în funcție de deformația $G_{(p)} = F(\gamma)$. Avînd însă în vedere cele afirmate anterior în legătură cu deformația în timp, din figura 1 se vede că aceasta are o dependență liniară, după relația :

$$\gamma - \gamma_{(e)} = \frac{dv_{(p)}}{dr}(t - t_{(e)}) \qquad (12)$$

care, introdusă în (11) și apoi în (7), devine :

$$\frac{d\tau}{dt} = G_{(e)} \frac{dv_{(e)}}{dr} + G_{(p)} \frac{dv_{(p)}}{dr} \cdot e^{-\frac{k(p)}{1-n}\left(\frac{dv(p)}{dr}\right)^{1-n}(t-t(e))^{1-n}} \qquad (13)$$

sau, sub formă integrală :

$$\tau = G_{(e)} \frac{dv_{(e)}}{dr} \int_0^{t(e)} dt +$$

$$+ G_{(p)0} \frac{dv_{(p)}}{dr} \int_{t(e)}^{t} e^{-\frac{k(p)}{1-n}\left(\frac{dv(p)}{dr}\right)^{1-n}(t-t(e))dt} \quad (14)$$

Pentru a putea integra această ecuație, se fac mai întîi substituțiile :

$$a = -\frac{k_{(p)}}{1-n}\left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^{1-n}$$

$$x = (t - t_{(e)})^{1-n}$$

$$m = \frac{n}{1-n} \quad (15)$$

$$dt = \frac{1}{1-n} x^{\frac{n}{1-n}} dx$$

a căror înlocuire în (14) dă ecuația :

$$\tau = G_{(e)} \frac{dv_{(e)}}{dr} \int_0^{t(e)} dt + \frac{G_{(p)0}}{1-n} \frac{dv_{(p)}}{dr} \int_{t(e)}^{t} e^{ax} \cdot x^m \cdot dx \quad (16)$$

a cărei integrare de recurență are aspectul :

$$\tau = G_{(e)} t_{(e)} \frac{dv_{(e)}}{dr} +$$

$$+ \frac{G_{(p)0}}{1-n} \frac{dv_{(p)}}{dr} \left\{ \frac{e^{ax}}{a} \left[x^m - \frac{m}{a} x^{m-1} + \right. \right.$$

$$\left. \left. + \frac{m(m-1)}{a^2} x^{m-2} \ldots \right] \right\} \Bigg|_{t(e)}^{t} \quad (17)$$

În această ecuație (17), în mod special față de cele cunoscute pînă acum, valoarea exponentului m se extinde și în afara numerelor întregi. În continuare, dacă se revine la substituțiile (15) și se aplică limitele respective în ecuația (17), se obține în final ecuația :

$$\tau = G_{(e)} t_{(e)} \frac{dv_{(e)}}{dr} +$$

$$+ \frac{G_{(p)0}}{k_{(p)}} \left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^n \left\{ \left[1 - e^{-\frac{k(p)}{1-n}\left(\frac{dv(p)}{dr}\right)^{1-n}(t-t(e))^{1-n}} \right] \left[t^n + \right. \right.$$

$$\left. \left. + \frac{nt^{2n-1}}{k_{(p)}\left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^{1-n}} + \frac{n(3n-2)t^{3n-2}}{k_{(p)}^2\left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^{2(1-n)}} + \ldots + 0 \right] \right\} \quad (18)$$

care reprezintă ecuația reologică sub formă generală valabilă pentru toate cazurile și în orice stare fizică, la temperatură constantă.

Limitîndu-ne însă în cadrul acestei ecuații (18), numai la stările fizice ale fluidelor se remarcă că acestea sînt ușor deformabile. Astfel, valorile gradienților $\frac{dv}{dr}$ vor fi mari și, respectiv, modulul transversal va fi mic, deci curbura mare. Astfel, valoarea exponentului $n \to 0$.

În acest caz (al fluidelor), relația (18) se reduce la forma :

$$\tau = G_{(e)} t_{(e)} \frac{dv_{(e)}}{dr} + \frac{G_{(p)0}}{k_{(p)}} \left[1 - e^{-k(p)\frac{dv(p)}{dr}(t-t(e))} \right] \quad (19)$$

sau, după dezvoltarea în serie a termenului exponențial :

$$\tau = G_{(e)} t_{(e)} \frac{dv_{(e)}}{dr} +$$

$$+ G_{(p)0} \left[(t - t_{(e)}) \frac{dv_{(p)}}{dr} - \frac{k_{(p)}}{2!} (t - t_{(e)})^2 \left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^2 + \ldots \right.$$

$$\left. \ldots - (-1)^n \frac{k_{(p)}^{n-1}}{n!} (t - t_{(e)})^n \left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^n \right] \quad (20)$$

Dacă se analizează însă dimensional termenul prim al ecuației (20) și produsele $G_{(p)0}(t - t_e)$, se pot face notațiile :

$$G_{(e)} t_{(e)} \frac{dv_{(e)}}{dr} = \theta \text{ (rezistența statică la forfecare)} ;$$

$$G_{(p)0}(t - t_e) = \eta \text{ (coeficient de viscozitate)} ;$$

$$G_{(p)0} \frac{k_{(p)}}{2!} (t - t_{(e)})^2 = \eta_1 \text{(coeficient de viscozitate)} ; \quad (21)$$

$$G_{(p)0} \frac{k_{(p)}^{n-1}}{n!} (t - t_{(e)}) = \eta_n \text{ (coeficient de viscozitate)},$$

după care se obține :

$$\tau = \theta + \eta \frac{dv_{(p)}}{dr} - \eta_1 \left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^2 + \ldots$$

$$\ldots - (-1)^n \eta_n \left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^n, \quad (22)$$

care reprezintă ecuația unui fluid structural sub formă generalizată (ecuația lui Bingham generalizată), ce corespunde curbei *1* din figura 4.

Coeficienții de viscozitate η, $\eta_1 \ldots \eta_n$ sînt, de fapt, coeficienții unghiulari succesivi ai curbelor respective *1* și *2*. Valorile gradientului se pot obține din datele statistice ale curbelor obținute prin măsurări asupra vitezei de curgere, în raport cu raza conductei, folosind metoda de calcul prin diferențe finite.

Se constată, de asemenea, că, de fapt, ecuația (22) este o serie convergentă întrucît coeficienții între ei sînt $\eta_1 > \eta_2 > \ldots \eta_n \to 0$

Dacă se notează însă termenii :

$$\tau_0 = \theta - \eta_1 \left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^2 + \eta_2 \left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^3 - \ldots$$

$$\ldots - (-1)^n \eta_n \left(\frac{dv_{(n)}}{dr}\right)^n \quad (23)$$

atunci ecuaţia generalizată se liniarizează la forma:

$$\tau = \eta \frac{dv_{(p)}}{dr} + \tau_0 \qquad (24)$$

corespunzînd prelungirii drepte a curbei *1* din figura 4 şi unde τ_0 este denumit rezistenţa dinamică la curgere a fluidelor. În această ecuaţie

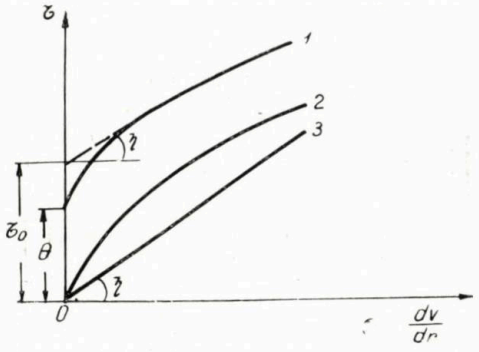


Fig. 4. Rezistenţele τ în funcţie de gradientul vitezelor $\tau = f\left(\frac{dv}{dr}\right)$

se încadrează fluidele coloidale, inclusiv noroiul de foraj. Atît θ cît şi τ_0 reprezintă în fluidul respectiv, stări semisolide şi se identifică în ecuaţiile respective, din caracterul elastic al materialului.

În continuare, dacă fluidul este lipsit de acea stare semisolidă elastică, atunci $t_{(e)} = 0$, de unde $\theta = 0$ şi astfel ecuaţia (22) devine:

$$\tau = \eta \frac{dv_{(p)}}{dr} - \eta_1 \left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^2 + \ldots$$
$$\ldots - (-1)^n \eta_n \left(\frac{dv_{(p)}}{dr}\right)^n \qquad (25)$$

Ea exprimă rezistenţa tangenţială pe care o opune la curgere în fluid newtonian neliniar şi corespunde curbei *2* din figura 4. Se înţelege că în acest caz se vor modifica şi valorile coeficienţilor din ecuaţia (21).

Aceeaşi ecuaţie (25) se poate aplica şi în cazul fluidelor newtoniene liniare (spre exemplu apa), din care se obţine pentru $\eta_1 = \eta_2 = \ldots = \eta_n = 0$ ecuaţia

$$\tau = \eta \frac{dv_{(p)}}{dr} \qquad (26)$$

ce reprezintă dreapta *3* din figura 4.

În cazul în care coeficientul de viscozitate este nul, adică $\eta = 0$, din (26) se obţine:

$$\tau = 0, \qquad (27)$$

ce reprezintă cazul fluidelor ideale ale unui fluid ipotetic ce nu opune rezistenţă tangenţială la curgere.

Concluzii

Din cele prezentate se pot desprinde următoarele concluzii mai importante:

— În conceptele de bază ale reologiei expuse, spre deosebire de conceptele anterioare, se renunţă la principiul relaxării corpurilor şi se introduce ca fenomen de curgere, simpla alunecare.

— Conform acestei concepţii şi după demonstraţiile de rigoare, se obţine în final o ecuaţie reologică generală (18), care este valabilă pentru toate corpurile, ca fiind la temperatură constantă şi în orice stare fizică (solidă sau fluidă). Ea se particularizează în cazul fluidelor de toate tipurile (binghamiene, newtoniene neliniare, newtoniene liniare, ideale).

— Noţiunea de viscozitate, în cazul de faţă, se obţine din alunecarea în domeniul plastic şi nu din cel elastic, aşa cum se demonstrează de obicei.

— Starea semisolidă θ (rezistenţa statică de curgere) se obţine din consideraţii elastice ale noroiului. Acest lucru este confirmat, de altfel, de alţi autori [4].

— Coeficienţii de viscozitate succesivi η_1, $\eta_2 \ldots \eta_n$ se determină uşor din însăşi poziţia curbei de viscozitate obţinută la diverse viteze de curgere la viscozimetrele obişnuite sau din măsurări asupra distribuţiei vitezei de curgere printr-o secţiune oarecare.

BIBLIOGRAFIE

1. Reiner, M. Lectures on Theoretical Rheology, North Holland. Publishing Company Amsterdam, 1960.
2. Banciu, I. Cu privire la comportarea reologică a corpurilor cu aplicaţie asupra fluidelor de foraj. În: Buletin I. P. G. G., **X**, 1963.
3. Beleş, A. şi Voinea, R. Rezistenţa materialelor **II**, Bucureşti, Ed. tehnică, 1958.
4. *** Manualul inginerului petrolist, **41**, Bucureşti, Ed. tehnică, 1957.

Calculul analitic al necesarului de prăjini de foraj active şi prăjini de foraj de rocadă

O. Peţa

Calculul normativelor de material tubular necesar realizării planului de foraj al întreprinderilor este în funcţie de mai mulţi parametri (foraj rotativ sau cu turbina, viteza comercială, adîncimea medie etc.), care dau diferenţe apreciabile între unităţile care au aceleaşi sarcini de plan.

Pînă în prezent nu a existat un normativ, calculul necesarului de prăjini făcîndu-se de către fiecare unitate în parte, după următoarea metodă :

După lansarea planului de foraj al anului următor, se întocmeşte un grafic desfăşurat pe an şi pe luni, în care pe ordonată, se trec instalaţii de foraj nominalizate, iar pe abscisă — sondele ce trebuie săpate. La întocmirea acestui grafic se are în vedere respectarea următorilor parametri : planul în metri, trimestrial, viteza comercială, numărul de instalaţii lună, numărul de sonde începute şi numărul de sonde terminate.

În grafic se apreciază durata de foraj a sondei în funcţie de anotimpul în care se forează şi de categoria sondei (structural, explorare, exploatare etc.).

O dată acest grafic întocmit, se stabilesc garniturile de prăjini de foraj care aparţin instalaţiilor în lucru, se face mişcarea lor în cursul anului, se aplică o corecţie corespunzătoare şi se însumează cifrele rezultate, obţinîndu-se astfel necesarul de prăjini patrimoniu.

Graficul de foraj se schimbă de mai multe ori în cursul unui an, din cauză că se schimbă locaţiile, unele sonde se termină mai înainte, altele mai tîrziu, condiţiile de lucru sînt altele decît cele prevăzute etc.

Baza de calcul de la începutul anului, graficul întocmit, nu are un caracter de permanenţă, aşa încît justificarea materialului tubular este continuu discutabilă.

Întocmirea graficului pentru stabilirea unui necesar de material tubular este o lucrare de durată, care cere timp pentru realizarea ei şi personal cu calificare superioară.

Aceste lucrări, efectuate de fiecare unitate în parte, poartă amprenta personalităţii colectivului care le elaborează.

Metodologia de calcul prezentată în lucrarea de faţă, cu ajutorul căreia se calculează necesarul de material tubular, nu se bazează pe întocmirea de grafice. Ea foloseşte elemente ale planului de foraj, ca : planul anual de foraj exprimat în metri, adîncimea medie a sondelor şi viteza comercială. Luînd ca bază aceste elemente, se obţine un criteriu de calcul aproape unitar pentru toate întreprinderile de foraj.

Calculul necesarului de prăjini de foraj

1. *Calculul prăjinilor de foraj active*

Activitatea de foraj se desfăşoară în tot cursul anului, însă realizările planului de foraj sînt mai mici iarna şi în unele luni ale anului cu precipitaţii abundente şi mai mari vara.

Aceasta se datoreşte variaţiei ciclului de demontaj-montaj al instalaţiilor şi variaţiei vitezei comerciale, numărul de instalaţii fizice rămînînd acelaşi.

Cantitatea de prăjini de foraj necesare este invers proporţională cu viteza comercială şi direct proporţională cu instalaţiile lună.

Ciclul de demontaj-montaj al instalaţiilor micşorîndu-se în timpul verii, numărul de instalaţii lună se măreşte. Prin micşorarea duratei de transport a prăjinilor de foraj în timpul verii se poate asigura această creştere a instalaţiilor lună cu prăjini de foraj.

De aceea în calcul se vor lua datele medii : viteza comercială medie, durata de transport medie, numărul mediu de instalaţii lună etc., adică se va considera o producţie ritmică, obţinînd astfel o asigurare continuă cu material tubular.

Fiind dat planul de foraj în metri şi viteza comercială a instalaţiilor care sapă, într-o activitate ritmică, se poate obţine numărul mediu de instalaţii lună dintr-o lună cu formula :

$$i = \frac{P}{12\ V}, \qquad (1)$$

în care :

i este numărul mediu de instalaţii-lună dintr-o lună ;

P — planul anual de foraj, m ;

V — viteza comercială, $\frac{\text{m}}{\text{lună}}$.

Formula (1) exprimă în același timp numărul de instalații-lună la un moment dat din an sau din lună.

Numărul mediu de instalații-lună dintr-o lună este produsul dintre instalațiile fizice care sapă într-o lună și durata de sapă exprimată în luni.

Sînt instalații fizice care sapă toată luna, instalații fizice care sapă o parte din lună și termină forajul și instalații care încep forajul și sapă o parte din lună.

Numărul mediu de instalații-lună dintr-o lună, calculat cu formula (1), este format din instalațiile fizice care forează toată luna, multiplicate cu timpul de sapă din luna respectivă exprimat în luni, din instalațiile fizice care continuă forajul din luna precedentă și termină în luna respectivă, multiplicat cu durata de sapă din luna considerată, și din instalațiile fizice care încep forajul, multiplicate cu durata de sapă din cursul lunii respective :

$$i = t_1 i_1 + t_2 i_2 + t_3 i_3, \qquad (2)$$

în care :

i reprezintă instalațiile-lună la un moment dat ;
i_1 — instalațiile fizice care continuă forajul toată luna ;
i_2 — instalațiile fizice nou montate ;
i_3 — instalațiile fizice care termină forajul în luna respectivă ;
$t_1 = 1$ — lună;
t_2 — perioada de sapă dintr-o lună la instalațiile care încep forajul ;
t_3 — perioada de sapă dintr-o lună la instalațiile care termină forajul.

Instalațiile nou montate încep forajul la diverse date din cursul unei luni, unele la început altele către sfîrșit, astfel încît nu se face o eroare dacă se consideră că în medie ele sapă 0,5 dintr-o lună, adică, în medie, încep forajul la 15 ale fiecărei luni, ceea ce rezultă din condiția impusă de ritmicitate.

În forajul ritmic, numărul de instalații de foraj care încep forajul într-o lună este egal cu numărul instalațiilor de foraj care termină forajul în același interval.

Urmînd același raționament ca și la instalațiile de foraj care încep lucrul în cursul unei luni, se poate considera că și instalațiile care termină lucrul sapă 0,5 dintr-o lună și atunci formula (2) devine :

$$i = i_1 + 0{,}5\ i_2 + 0{,}5\ i_3.$$

Din această formulă rezultă că instalațiile-lună sînt formate din instalațiile fizice care continuă forajul toată luna, instalațiile fizice care încep forajul și forează jumătate din lună și instalațiile fizice care termină forajul și sapă jumătate din lună.

$$\text{cum } i_2 = i_3,$$

prin condiția impusă de ritmicitate a producției și formula devine :

$$i = i_1 + i_3\ (0{,}5 + 0{,}5),$$

de unde :

$$i = i_1 + i_3 \qquad (3)$$

sau

$$i = i_1 + i_2.$$

Rezultă că numărul mediu al instalațiilor-lună este egal cu numărul instalațiilor fizice care sapă toată luna, însumat cu numărul instalațiilor fizice care termină forajul în luna respectivă.

În realitate, instalațiile fizice care termină forajul în luna considerată nu sapă toată luna, restul de timp în care nu forează fiind compensat de lucrul instalațiilor fizice care încep forajul în aceeași lună.

Echipînd instalațiile fizice din formula (3) a instalațiilor-lună, cu garnituri de prăjini de foraj rămîn neechipate instalațiile nou montate, care încep forajul în medie, la jumătatea lunii. Prăjinile de foraj care rămîn libere la instalațiile ce termină forajul în cursul lunii se folosesc la sondele nou montate din luna următoare, ele neputînd fi controlate și transportate imediat, considerîndu-se, deci, că aparțin acestor instalații pînă la terminarea lunii.

În concluzie, toate instalațiile fizice care lucrează în aceeași lună trebuie să aibă prăjinile necesare pentru foraj.

Astfel, suma instalațiilor fizice care lucrează în cursul unei luni (în medie numărul lor este același în toate lunile anului), multiplicată cu adîncimea medie a sondelor, dă cantitatea de prăjini de foraj în lucru la sonde :

$$N_1 = Ad.\ m\ (i_1 + i_2 + i_3), \qquad (4)$$

în care :

N_1 este necesarul de prăjini de foraj active sau în dotație, pentru lucru la sonde, m ;
$Ad.\ m$ — adîncimea medie a sondelor, m.

Instalațiile-lună din cadrul unei luni se calculează cu formula :

$$i = \frac{P}{12\ V}, \qquad (1)$$

unde :

i este instalație-lună dintr-o lună ;
P — planul anual de foraj, m ;
V — viteza comercială, m/lună.

Dacă în formula (3):

$$i = i_1 + i_3$$

se înlocuieşte i cu valoarea lui din formula (1), şi se obţine:

$$i_1 + i_3 = \frac{P}{12\ v}. \qquad (5)$$

Instalaţiile nou montate, care încep forajul în cursul lunii vor trebui să aibă la pornire garnitura de prăjini pe rampă.

În calcul se consideră că prăjinile de foraj aparţin acestor instalaţii nou montate toată luna, deoarece controlul şi transportul lor necesită un timp care este în funcţie de drumuri, de starea timpului, de mijloacele de transport etc.

Numărul mediu al instalaţiilor care încep forajul în cursul unei luni se calculează cu formula:

$$i_2 = \frac{P}{12\ Ad \cdot m}.$$

Multiplicînd numărul mediu al instalaţiilor care încep forajul în cursul lunii prin durata de transport a prăjinilor de foraj exprimată în luni, se obţine echivalentul instalaţiilor-lună de transport:

$$i_2 \times t = \frac{P}{12\ Ad \cdot m} \times t. \qquad (6)$$

Valorile lui $i_2 \times t$ şi $i_1 + i_3$ din formulele (6) şi (5) se introduc în formula (4) a necesarului de prăjini de foraj active, în care t a fost luat egal cu 1 (una lună):

$$N_1 = Ad.\ m \left(\frac{P}{12\ V} + \frac{P}{12\ Ad.m} \times t \right)$$

în care:

$$N_1 = \frac{P}{12}\ Ad \cdot m \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad \cdot m} \right) \qquad (7)$$

N_1 este cantitatea de prăjini de foraj active necesare;

P — planul de foraj, m:

V — viteza comercială, $\frac{\text{m}}{\text{lună}}$;

t — durata de transport lună (0,5 luni ÷ ÷ 1 lună);

$Ad.m$ — adîncimea medie a sondelor.

Termenul al doilea din membrul doi al formulei se poate diminua cu o fracţiune, numai după ce se vor crea investiţii mari pentru şosele, drumuri şi poduri.

Verificarea omogenităţii formulei:

$$N_1(L) = \frac{P\ (L)}{12\ (T)}\ Ad.\ m\ (L) \left(\frac{1}{V\left(\frac{L}{T}\right)} + \right.$$

$$\left. + \frac{(T)}{Ad.\ m\ (L)} \right).$$

Formula (7) se poate scrie sub forma:

$$N_1 = \frac{P}{12} \left(\frac{Ap.\ m}{V} + t \right).$$

Din această expresie se deduce definiţia necesarului de prăjini de foraj active.

Necesarul de prăjini de foraj active este egal cu produsul dintre sarcina lunară de metri de forat şi suma dintre durata medie de săpat a unei sonde şi durata de transport a prăjinilor exprimate în luni.

Exemplu de calcul:

P_1 = 228 000 m; t = 1 lună;
V = 490 m/lună;
$Ad.\ m$ = 1 355 m.

Numărul mediu de instalaţii-lună într-o lună este:

$$i = \frac{P}{12\ V} = \frac{228\,000}{12 \times 490} = 35 \text{ de instalaţii-lună.}$$

Numărul mediu al instalaţiilor care încep forajul în fiecare lună:

$$i_2 = \frac{P}{12\ Ad.\ m} = \frac{228\,000}{12 \times 1\,355} = 14 \text{ instalaţii fizice.}$$

$$i_2 = i_3 = 14.$$

Instalaţiile fizice care sapă în cursul unei luni sînt:

$i_1 = 21$ — instalaţiile fizice care sapă toată luna.

$i_2 = 14$ — instalaţiile fizice care încep forajul în luna respectivă;

$i_3 = 14$ — instalaţiile fizice care termină forajul în luna respectivă.

Totalul instalaţiilor fizice care sapă într-o lună este de 49.

Necesarul de prăjini active pentru sonde este:

$$N_1 = \frac{P}{12}\ Ad.\ m \left(\frac{1}{V} + \frac{1}{Ad.\ m} \right) =$$

$$= \frac{228\,000}{12}\ 1\,355 \left(\frac{1}{490} + \frac{1}{1\,355} \right) = 71\,500 \text{ m.}$$

2. *Calculul prăjinilor de foraj care constituie prima garnitură la sondele a căror construcție necesită două garnituri de dimensiuni diferite*

În afară de prăjinile de foraj în dotație pentru lucru la sonde care pot fi de orice dimensiune, și aceasta este în funcție de construcția sondei, sînt sonde care necesită două garnituri de diametre diferite, folosite consecutiv: prima la o lungime de 2/3 din adîncimea totală a sondei, și a doua de lungime egală cu adîncimea sondei.

Numărul de sonde care folosesc două garnituri de foraj în cadrul unităților de foraj variază de la 5 la 60%.

Pentru calculul acestor prăjini se va lua în considerație numai instalațiile fizice care sapă toată luna și instalațiile fizice care încep sau termină forajul în luna respectivă.

Nu se ia în considerație durata de transport, considerînd că de la data introducerii garniturii a doua pînă la începerea sondei următoare cu garnitura primă este suficient timp pentru transport.

Considerînd că într-o activitate ritmică numărul sondelor terminate este egal cu numărul sondelor începute, adică:

$$i_2 = i_3,$$

și formula (2) este:

$$i = i_1 + 0{,}5\ i_2 + 0{,}5\ i_3,$$

se va obține:

$$i = i_1 + i_2.$$

Numărul instalațiilor fizice care forează toată luna adunat cu numărul instalațiilor fizice care termină forajul și sapă și ele toată luna (săparea este compensată de lucrul instalațiilor care încep forajul) este egal cu numărul mediu al instalațiilor lună.

Înlocuind pe i cu valoarea din formula (1):

$$i = \frac{P}{12\ V},$$

se obține:

$$i_1 + i_2 = \frac{P}{12\ V}.$$

Dintre instalațiile-lună dintr-o lună ale unei întreprinderi de foraj cu sonde de adîncime sub 3 950 m, numai o parte din ele sapă cu două garnituri de prăjini de foraj.

Dacă acest procent din instalațiile-lună se multiplică cu lungimea de $\frac{2}{3}$ din adîncimea medie a sondelor, se obține necesarul de prăjini pentru prima garnitură, la sondele care folosesc două garnituri de prăjini.

$$N_2 = g_2 \frac{P}{12V} \frac{2}{3} Ad.m = \frac{2}{3} g_2 Ad.m \frac{P}{12V}, \quad (8)$$

în care:

g_2 este raportul dintre sondele ce folosesc două garnituri de prăjini de foraj și numărul total de sonde;

P — planul anual de foraj, m;

V — viteza comercială, m/lună;

$Ad.m$ — adîncimea medie, m.

Pentru a avea o formulă unitară, aceasta se transcrie sub forma celei de la poziția (7):

$$N_2 = \frac{2}{3} g_2 \frac{P}{12V} Ad \cdot m = x \frac{P}{12} Ad \cdot m \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad \cdot m} \right),$$

de unde:

$$x = \frac{\frac{2}{3} g_2 \frac{P}{12\ V} Ad \cdot m}{\frac{P}{12} Ad \cdot m \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad \cdot m} \right)} = \frac{2}{3} g_2 \frac{Ad \cdot m}{Ad \cdot m + Vt}$$

Deci, formula echivalentă de calcul al necesarului de prăjini pentru prima garnitură de prăjini de $\frac{2}{3}$ din adîncimea sondelor este:

$$N_2 = \frac{2}{3} g_2 \frac{Ad \cdot m}{Ad \cdot m + Vt} \frac{P}{12} Ad \cdot m \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad \cdot m} \right). \quad (9)$$

În cazul în care $g_2 < 0{,}40$, adîncimea medie a tuturor sondelor poate fi apropiată de $\frac{2}{3} Ad \cdot m$ a sondelor cu două garnituri de foraj și, deci, relația se poate folosi sub forma:

$$N_2 = g_2 \frac{Ad \cdot m}{Ad \cdot m + Vt} \frac{P}{12} \text{Ad . m} \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad \cdot m} \right).$$

Exemplu de calcul al necesarului de prăjini de foraj pentru garnitura de prăjini de $\frac{2}{3}$ din adîncimea sondelor.

Se dă:

$P = 230\,000$ m;
$Ad \cdot m = 1\,350$ m;
$V = 500$ m/lună;
$g_2 = 0{,}45$;
$t = 1$.

Din numărul total de sonde planificate pentru a fi săpate, se calculează procentul celor ce sapă cu două garnituri de prăjini de foraj. Cu cît

numărul sondelor de explorare este mai mare cu atît g_2 este mai mare.

$$\frac{Ad \cdot m}{Ad \cdot m + Vt} = \frac{1\,350}{1\,350 + 500} = 0{,}73;$$

$$x = \frac{2}{3} g_2 \frac{Ad \cdot m}{Ad \cdot m + Vt} = \frac{2}{3} 0{,}45 \cdot 0{,}73 = 0{,}22;$$

$$N2 = 0{,}22 \frac{230\,000}{12} \frac{1\,850}{500} = 15\,700 \text{ m}.$$

Cantitatea de prăjini de foraj în dotaţie pentru lucru la sondă trebuie majorată cu: prăjinile de rocadă, cele care acoperă consumul, cele care înlocuiesc pe cele cu o uzură anormală şi cu prăjinile stînga.

3. *Calculul necesarului de prăjini de foraj de rocadă*

Prin prăjini de rocadă se înţelege cantitatea de prăjini necesară înlocuirii celor găsite defecte şi de reparat, cu ocazia controlului la sondă, şi a celor care în mod periodic sînt trimise la bază pentru control.

Controlul prăjinilor de foraj nu se face la voia întîmplării, după aprecierea conducătorului bazei tubulare, ci după anumite norme, înscrise în mapa de standardizare. Astfel, în mapa de standardizare 162 s-a prevăzut să se controleze prăjinile de categoria I după 1 200 de ore de sapă şi de manevră la sondă şi după 3 600 de ore sapă şi manevră la baza tubulară de care aparţine. Prăjinile de categoria a II-a se controlează după 800 de ore la sondă şi după 2 400 de ore la baza tubulară. De asemenea, se cere ca după terminarea fiecărei sonde care are o durată de sapă mai mare de o lună, prăjinile să fie controlate vizual şi dimensional la sondă.

În calculul normativului de prăjini de foraj de rocadă, se va lua ca perioadă de control durata medie de sapă a unei sonde, dacă este mai mică decît timpul prevăzut pentru controlul garniturii de prăjini. În cazul în care durata medie de sapă este mai mare decît timpul prevăzut pentru controlul garniturii de prăjini, se va lua în consideraţie la calcul timpul prevăzut pentru control.

Durata medie de sapă exprimată în ore echivalente de sapă + manevră este:

$$p = \frac{720\ a_1\ Ad \cdot m}{V} \text{ (timpul de sapă)}, \quad (10)$$

în care:

p — este durata medie de sapă a unei sonde, exprimată în ore echivalente de sapă + manevră;

a_1 — coeficientul de utilizare al prăjinilor cuprins între 0,50 + 0,60, depozitate pe rampă la sondă;

$Ad \cdot m$ — adîncimea medie, m;

V — viteza comercială, m/lună;

720 — numărul de ore într-o lună, ore/lună.

În cazul cînd:

$$\frac{Ad \cdot m}{V} < \frac{1\,200}{720\ a_1},$$

se va lua în consideraţie la calcul perioada rezultată din formula (10).

Dacă:

$$\frac{Ad.m}{V} > \frac{1\,200}{720\ a_1},$$

se va lua în consideraţie la calcul perioada de control stabilită de mapa de standardizare, adică 1 200 ore de funcţionare (sapă + manevră).

Exemplu de calcul

Se dă: $Ad \cdot m = 1\,350$ m
$V = 500$ m/lună
$a_1 = 0{,}50$

$$p = \frac{720\ 0{,}50\ 1\,350}{500} = 970 \text{ de ore}$$

$$\frac{Ad.m}{V} = \frac{1\,350}{500} = 2{,}7 \text{ luni}$$

$$\frac{1\,200}{720\ \ 0{,}5} = 3{,}35 \text{ luni}$$

Fiind $\frac{Ad \cdot m}{V} < \frac{1\,200}{720\ a_1}$, se ia în consideraţie ciclul de 970 de ore, adică se face controlul la terminarea fiecărei sonde.

3.1. *Calculul coeficientului de utilizare a_2 al prăjinilor active de foraj*

În calculul prăjinilor de foraj de rocadă se folosesc doi coeficienţi de utilizare:

$a_1 = \frac{\text{timpul de sapă + manevră}}{\text{timpul calendaristic}} = 0{,}50 \div 0{,}60$, coeficientul de utilizare al prăjinilor aflate pe rampă la sonde.

a_2 = coeficientul de utilizare al prăjinilor active.

Prin prăjini active se înţelege suma prăjinilor în lucru la sondă şi a prăjinilor în pregătire pentru locaţia următoare (control, transport etc.).

Pentru a calcula coeficientul a_2 se efectuează mai întîi raportul dintre prăjinile în lucru şi cele active.

Prăjinile în lucru sînt egale cu :

$$p_1 = \frac{Ad \cdot m}{P\ 12\ V}, \qquad (11)$$

adică cu adîncimea medie a sondelor (lungimea medie a garniturilor prăjinilor de foraj) multiplicată prin instalaţiile lună dintr-o lună.

Unde :

$Ad \cdot m$ este adîncimea medie a sondelor, m;
P — planul de foraj, m;
V — viteza comercială, m/lună;
pl — prăjini în lucru.

Prăjinile active sînt egale cu :

$$pa = Ad \cdot m \frac{P}{12\ V} + Ad \cdot m \frac{P}{12\ Ad \cdot m} \cdot t \qquad (12)$$

($\frac{P}{12\ Ad\ .\ m}$ — numărul sondelor care încep forajul în medie în fiecare lună).

t — durata de transport şi de control al prăjinilor de foraj de la o sondă la alta.

$$\frac{pl}{pa} = \frac{\frac{P}{12\ V}}{\frac{P}{12\ V} + \frac{P}{12\ Ad \cdot m} \times t} = \frac{Ad \cdot m}{Ad \cdot m + Vt}$$

Raportul între adîncimea medie a sondelor şi suma dintre adîncimea medie şi viteza comercială, multiplicată cu durata de transport, dă coeficientul de utilizare al prăjinilor care în cursul anului nu suferă control în bază.

Conform mapei de standardizare, prăjinile sînt trimise la bază pentru control periodic.

Din acest coeficient de utilizare, care reprezintă utilizarea prăjinilor în lucru faţă de prăjinile active, se scade procentul de imobilizare al acestor prăjini cînd sînt trimise pentru controlul periodic *la bază tubulară*.

Deci, coeficientul de utilizare al prăjinilor active este egal cu :

$$a_2 = \frac{Ad \cdot m}{Ad \cdot m + V\ t} - C_2\ d_1,$$

în care :

C_2 este frecvenţa controalelor periodice la bazele tubulare în timp de un an;
d_1 — imobilizarea unei garnituri de prăjini la un control în baza tubulară.

$$a_2 = \frac{Ad \cdot m}{Ad \cdot m + Vt} - \frac{8\ 760\ a_1\ a_2}{3\ 600}\ d.1,$$

de unde :

$$a_2 = \frac{\frac{Ad \cdot m}{Ad \cdot m + Vt}}{1 + \frac{12\ d_1\ a_1}{5}}, \qquad (13)$$

în care :

a_2 este coeficientul de utilizare al prăjinilor active;
$Ad \cdot m$ — adîncimea medie, m;
V — viteza comercială, m/lună;
d_1 — imobilizarea raportată la an;
a_1 — coeficientul de utilizare al prăjinilor în lucru;
3 600 — perioada de control în baza tubulară.

Garnitura de prăjini trimisă *în baza tubulară* pentru controlul periodic este imobilizată o parte din an, dată de formula :

$$d_1 = \frac{I}{n}, \qquad (14)$$

în care :

d_1 este imobilizarea raportată la an;
I — imobilizarea în zile, care variază de la 40 la 60 de zile, în funcţie de distanţă şi de dotarea bazei cu utilaje, cu personal şi cu mijloace de transport;
n — numărul de zile ale anului.

Exemplu de calcul

Se dă : $Ad \cdot m = 1\ 350$ m; $V = 500$ m/lună; $a_1 = 0{,}50$; $I = 60$ zile; $t = 1$ lună.

$$d_1 = \frac{60}{365} = 0{,}16$$

$$\frac{p_1}{pa} = \frac{Ad \cdot m}{Ad \cdot m + V\ t} = \frac{1\ 350}{1\ 350 + 500} = \frac{1\ 350}{1\ 850} = 0{,}73$$

$$a_2 = \frac{0{,}73}{1 + \frac{12\ \ 0{,}16\ \ 0{,}50}{5}} = \frac{0{,}73}{1 + 0{,}192} = 0{,}61$$

$$0{,}73 - 0{,}61 = 0{,}12.$$

Imobilizarea garniturii pentru control în baza tubulară este de 12% pe an şi este în funcţie de coeficientul de utilizare al prăjinilor active.

3.2. *Calculul coeficientului de rocadă*

După cum s-a arătat mai înainte, controlul dimensional şi vizual la sondă se face la anumite perioade stabilite de mapa de standardizare nr. 162. Frecvenţa controalelor la sondă a prăjinilor de foraj în cursul unui an este direct proporţională cu utilizarea lor şi invers proporţională cu perioada de control stabilită.

$$C_1 = 8\ 760\ \frac{a_1 \cdot a_2}{p}, \qquad (15)$$

în care :

C_1 este frecvența controalelor la sondă;
8 760 — ore calendaristice ale anului, ore/an;
a_1 — coeficientul de utilizare al prăjinilor de foraj în lucru la sondă;
a_2 — coeficientul de utilizare al prăjinilor de foraj active;
p — perioada de control stabilită de mapa de standardizare, ore.

În urma controalelor efectuate la sondă, rezultă o cantitate de prăjini cu defecțiuni care variază între 10 și 60 % din totalul garniturii. Cu cît manipularea prăjinilor este mai îngrijită, cu atît procentul de prăjini defecte se apropie de limita inferioară, multe defecțiuni datorîndu-se lovirii filetelor.

Coeficientul de prăjini de rocadă necesare înlocuirii celor ce au defecțiuni și se trimit în baza tubulară pentru remediere, astfel încît să se asigure o continuitate a forajului, este egal cu produsul dintre frecvența controalelor pe an, prin coeficientul de prăjini defecte și prin imobilizarea în baza tubulară a unei prăjini.

$$r_1 = C_1 d_1 \; d, \tag{16}$$

în care :

r_1 este coeficientul de prăjini de rocadă necesare înlocuirii celor găsite defecte la sondă;
C_1 — frecvența controalelor pe an;
d_1 — imobilizarea unei prăjini în baza tubulară raportată la an;
d — coeficientul de prăjini defecte găsite la un control.

În afară de controlul la sondă al prăjinilor de foraj, se mai efectuează periodic și controalele la baza tubulară pentru supunerea lor la probele de presiune, de tracțiune, de cîntărire etc.

Perioada după care sînt trimise în bază este dată de mapa de standardizare și este fixată la 3 600 de ore pentru prăjinile de categoria I.

Pentru a afla coeficientul de rocadă al prăjinilor de foraj necesare înlocuirii garniturilor de prăjini trimise periodic în bază pentru control va trebui să se afle cîte asemenea controale sînt necesare unei prăjini în timp de un an.

Frecvența controalelor periodice ale garniturilor de prăjini în baza tubulară pe an este proporțională cu utilizarea lor și invers proporțională cu perioada de control.

$$C_2 = 8\,760 \frac{a_1 \; a_2}{3\,600}, \tag{17}$$

C_2 fiind numărul de controale periodice în baza tubulară pe an.

Pentru a se efectua acest control, garnitura de prăjini este scoasă din funcțiune, transportată, verificată și, eventual, reparată.

Timpul consumat cu aceste operații se ia în medie de 60 de zile, așa cum se ia și la restul utilajelor. Acest timp este în funcție de starea drumurilor, de numărul mijloacelor de transport în dotație, de dotarea bazei cu personal și cu mașini-unelte, prin raport cu volumul de lucru.

Timpul de imobilizare al unei garnituri pentru acest control este dat de formula (14), raportată la an.

Coeficientul de rocadă al garniturilor de prăjini trimise în bază pentru controlul periodic este egal cu produsul dintre frecvența controalelor periodice în baza tubulară prin coeficientul de imobilizare în bază.

$$r_2 = d_1 C_2, \tag{18}$$

în care :

r_2 este coeficientul de rocadă al garniturilor de prăjini trimise în baza tubulară;
d_1 — coeficientul de imobilizare în baza tubulară;
C_2 — frecvența controalelor periodice în bază.

Cantitatea totală de prăjini, exprimată în raport cu prăjinile de foraj active, necesară pentru înlocuirea prăjinilor ce sînt trimise în baza tubulară pentru remediere și celor ce sînt trimise pentru controlul periodic, este dată de formula :

$$r = r_1 + r_2. \tag{19}$$

Exemplu de calcul

Se dă :

$a_1 = 0{,}50$; $a_2 = 0{,}61$; $p = 970$ de ore ; $d_1 = 0{,}16$ și $d = 0{,}20$.

Să se calculeze : C_1, r_1, C_2, r_2 și r.

$$C_1 = 8\,760 \frac{a_1 \; a_2}{p} = 8\,760 \frac{0{,}50 \quad 0{,}61}{970} =$$

$= 2{,}70$ controale pe an.

$$r_1 = C_1 d_1 \; d = 2{,}70 \;\; 0{,}16 \;\; 0{,}20 = 0{,}09$$

$$C_2 = 8\,760 \frac{a_1 \; a_2}{3\,600} = 0{,}72 \text{ controale pe an}$$

$$r_2 = d_1 C_2 = 0{,}16 \;\; 0{,}72 = 0{,}12.$$

$$r = r_1 + r_2 = 0{,}09 + 0{,}12 = 0{,}21,$$

adică este necesară o cantitate de 21 % din prăjinile de foraj active pentru înlocuirea celor ce merg în cursul unui an la baza tubulară pentru remediere și pentru control.

Din acest calcul se vede că o garnitură de prăjini este imobilizată 0,16 dintr-un an, pentru control în baza tubulară, și aproximativ 0,16 dintr-o garnitură pe interval de un an

este necesară pentru înlocuirea alteia în timpul cît este verificată.

Cu alte cuvinte, cu o garnitură de rocadă se pot înlocui :

$$g = \frac{1}{r_2} = 8{,}33 \text{ garnituri de prăjini de foraj}$$

într-un an, pe timpul cît sînt imobilizate în bază.

Necesarul prăjinilor de foraj pentru rocadă într-o întreprindere este egal cu produsul dintre coeficientul total de rocadă și prăjinile active de foraj.

$$N_3 = r \frac{P}{12} Ad \cdot m \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad \cdot m} \right), \quad (20)$$

în care :

N_3 este cantitatea de prăjini de foraj necesară înlocuirii celor ce sînt trimise la baza tubulară pentru control și reparat ;

r este coeficientul de rocadă :
$Ad \cdot m$ — adîncimea medie, m ;
V — viteza comercială, m/lună.
t = 1 — (una lună);

Exemplu de calcul

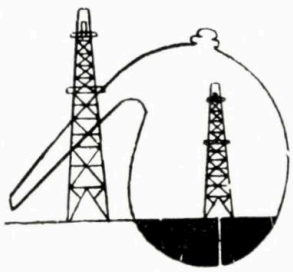
Se dă : P = 230 000 m
$Ad \cdot m$ = 1 350 m
V = 500 m/lună
r = 0,21

Să se calculeze cantitatea de prăjini de foraj de rocadă.

$$N_3 = r \frac{P}{12} Ad \cdot m \left(\frac{1}{V} + \frac{1}{Ad \cdot m} \right) = r \frac{P}{12} \left(\frac{Ad \cdot m + V}{V} \right) =$$

$$= 0{,}21 \frac{230\,000}{12} \cdot \frac{1\,350 + 500}{500}$$

$$N_3 = 0{,}21 \cdot 19\,165 \cdot 3{,}07 = 12\,450 \text{ m}.$$



Asupra aplicării metodelor statistice la stabilirea unor parametri necesari în calculul rezervelor de hidrocarburi fluide prin metoda volumetrică

Al. D. Stan

Avînd în vedere relaţia de calcul a rezervei de hidrocarburi fluide prin metoda volumetrică, şi ţinînd seama de faptul că utilizarea produsului dintre mediile de selecţie ale porozităţii şi ale saturaţiei în hidrocarburi măreşte domeniul erorilor admise de calculul probabilistic, se propune ca acest produs să fie înlocuit cu media statistică a produselor dintre aceste mărimi.

În cazul existenţei unor corelări între valorile de porozitate şi cele de saturaţie în ţiţei, se indică sensul erorilor absolute la calculul rezervei de ţiţei, estimată cu relaţia de calcul utilizată în mod frecvent, după cum corelarea este directă sau inversă.

1. Despre rezerva geologică de ţiţei reală şi calculată

După cum este cunoscut [7], rezerva geologică de ţiţei se calculează cu relaţia :

$$N = \frac{V_b \cdot \overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}}{b_t}, \qquad (1)$$

în care :

N reprezintă rezerva geologică de ţiţei, m³ ;
V_b — volumul brut al rocii magazin, m³ ;
$\overline{m}_a$ — media aritmetică a valorilor de porozitate din zăcămîntul analizat, fracţie zecimală ;
$\overline{S}_{ta}$ — media aritmetică a valorilor de saturaţie iniţială în ţiţei ; fracţie zecimală ;
b_t — factorul micşorării de volum al ţiţeiului la presiunea iniţială, m³/m³.

Dacă se împarte, imaginar, întregul zăcămînt în n cuburi elementare, numărul n tinzînd către infinit, rezerva geologică de ţiţei va fi :

$$N_{ţiţei} = \sum_{i=1}^{n} N_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{V_b \, m_i \, S_{ti}}{b_{ti}}, \qquad (2)$$

în care indicele i se referă la volumul elementar i. Cu cît n este mai mare, cu atît rezerva de ţiţei calculată cu relaţia (2) este mai apropiată de cea reală.

Întrucît din zăcămînt se extrage un număr limitat de carote k, pe care se determină valorile de porozitate şi saturaţie în ţiţei corespunzătoare celor k volume componente ale întregului zăcămînt, care, practic, nu pot fi delimitate exact în volumul brut al acestuia, relaţia de calcul a rezervei de ţiţei va fi :

$$N_{ţiţei} = \frac{V_b}{b_t \cdot k} \sum_{i=1}^{k} m_i \, S_{ti}. \qquad (3)$$

Utilizarea produsului mediilor de selecţie $\overline{m}_a$ şi $\overline{S}_{ta}$ în relaţia (1), în locul mediei statistice a valorilor obţinute ca produs între porozitatea şi saturaţia în ţiţei a fiecărei carote, prezintă două dezavantaje :

1 — presupune că întregul zăcămînt petrolifer are o porozitate medie $\overline{m}_a$ şi o saturaţie în ţiţei $\overline{S}_{ta}$ presupunere ce este contestată de variaţia regională a acestor proprietăţi fizice [1, 7]. În plus, relaţia de calcul (1) este mai puţin fidelă realităţii, ştiind faptul că în succesiunea de nisipuri productive ale unui obiectiv pot fi intercalate porţiuni, care, deşi, au porozităţi apreciabile, nu conţin ţiţei sau sînt saturate cu apă sărată. Atribuind acestor zone o saturaţie în ţiţei medie, $\overline{S}_{ta}$ este o eroare de care trebuie să se ţină seama în toate lucrările geologice.

2 — intervalul de siguranţă în care poate să se găsească produsul mediilor de selecţie a variabilelor m şi S_t este mult mai mare decît intervalul de siguranţă admis de calculul probabilistic al mediei statistice a produselor $m.\ S_t$.

Admiţînd o distribuţie normală a valorilor de porozitate, media de selecţie cu un anumit nivel de probabilitate admis, de obicei 95%, se va găsi în intervalul :

$$\left(\overline{m}_a = \frac{\sigma_m}{\sqrt{k}} t \,;\ \overline{m}_a + \frac{\sigma_m}{\sqrt{k}} t\right), \qquad (4)$$

în care t depinde de numărul de carote extrase, k. Valorile lui t se pot estima din următoarea tabelă [7] :

k − 1	1	2	3	5	10	20	30	∞
t	12,71	4,30	3,18	2,57	2,23	2,09	2,04	1,96

σ_m — abaterea standard a valorilor de porozitate :

$$\sigma_m = \sqrt{\overline{\sigma_m^2}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k} (\overline{m}_a - m_i)^2}{k - 1}} \qquad (5)$$

Intervalele de siguranţă pentru valorile S_t şi $m.\ S_t$ se pot scrie în mod similar, presupunînd ca şi acestea sînt distribuite după legea normală.

Abaterea standard a produselor $m.\ S_t$, pentru o selecţie de volum k, se determină cu relaţia [3] :

$$\sigma_{m \cdot S_t} = \overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta} \sqrt{\frac{\sigma_m^2}{k \cdot \overline{m}_a^2} + \frac{\sigma_{S_t}}{k \cdot \overline{S}_{ta}^2} + \frac{\sigma_m^2 \cdot \sigma_{S_t}^2}{k^2 \cdot \overline{m}_a^2 \cdot \overline{S}_{ta}^2}}, \qquad (6)$$

în care :

$\sigma_{m \cdot S_t}$ reprezintă abaterea standard a produselor $m \cdot S_t$;

σ_{s_t} — abaterea standard a valorilor de saturaţie în ţiţei, calculată în acelaşi mod ca şi σ_m.

Avînd în vedere relaţiile (4), (6) şi cea pentru valorile de saturaţie în ţiţei, scrisă în mod analog cu relaţia (4), intervalele de siguranţă în care pot fi găsite valorile :

$\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}$ şi $\overline{m \cdot S_t}$ sînt :

$$\left[\left(\overline{m}_a - \frac{\sigma_m}{\sqrt{k}} t\right)\left(\overline{S}_{ta} - \frac{\sigma_{st}}{\sqrt{k}} t\right); \left(\overline{m}_a + \frac{\sigma_m}{\sqrt{k}} t\right)\left(\overline{S}_{ta} + \frac{\sigma_{st}}{\sqrt{k}} t\right)\right], \tag{7}$$

respectiv :

$$\left(\overline{m\,S_t} - \frac{\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}}{\sqrt{k}} t \sqrt{\frac{\sigma_m^2}{k \cdot \overline{m}_a^2} + \frac{\sigma_{st}^2}{k \cdot \overline{S}_{ta}^2} + \frac{\sigma_m^2 \cdot \sigma_{s_t}^2}{k^2 \cdot \overline{m}_a^2 \cdot \overline{S}_{ta}^2}}\right.; \tag{8}$$

$$\left.\overline{m\,S_t} + \frac{\overline{m}_a \overline{S}_{ta}}{\sqrt{k}} t \sqrt{\frac{\sigma_m^2}{k \cdot \overline{m}_a^2} + \frac{\sigma_{st}^2}{k \cdot \overline{S}_{ta}^2} + \frac{\sigma_m^2 \cdot \sigma_{st}^2}{k^2 \cdot \overline{m}_a^2 \cdot \overline{S}_{ta}^2}}\right)$$

pentru media statistică $\overline{mS_t}$.

Lungimea intervalului de siguranţă în care se poate găsi produsul $\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}$ este mai mare decît lungimea intervalului de siguranţă a mediei statistice $\overline{mS_t}$, întrucît între lungimile celor două intervale de siguranţă există inegalitatea :

$$\left[\left(\overline{m}_a + \frac{\sigma_m}{\sqrt{k}} t\right)\left(\overline{S}_{ta} + \frac{\sigma_{s_t}}{\sqrt{k}}\right) - \left(\overline{m}_a - \frac{\sigma_m}{\sqrt{k}} t\right)\left(\overline{S}_{ta} - \frac{\sigma_{s_t}}{\sqrt{k}} t\right)\right] >$$

$$> \left[\left(\overline{mS_t} + \frac{\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}}{\sqrt{k}} t \sqrt{\frac{\sigma_m^2}{k \cdot \overline{m}_a^2} + \frac{\sigma_{st}^2}{k \cdot \overline{S}_{ta}^2} + \frac{\sigma_m^2\,\sigma_{st}^2}{K^2 \overline{m}_a^2 \cdot \overline{S}_{ta}^2}}\right) - \left(\overline{mS_t} - \frac{\overline{m}_a \overline{S}_{ta}}{\sqrt{k}} t \sqrt{\frac{\sigma_m^2}{k \overline{m}_a^2} + \frac{\sigma_{st}^2}{k \cdot \overline{S}_{ta}^2} + \frac{\sigma_m^2\,\sigma_{st}^2}{k^2 \cdot \overline{m}_a^2 \cdot \overline{S}_{ta}^2}}\right)\right] \tag{9}$$

Această inegalitate arată faptul că limita erorilor admise de calcul probabilistic, introduse prin utilizarea relaţiei de calcul (1), este mai mare decît aceleaşi erori introduse de relaţia (3).

2. Asupra unor relaţii din teoria şirurilor

Este interesant să se cunoască relaţia ce există între mărimile $\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}$ şi $\overline{mS_t}$.

Pentru a aprecia dacă este sau nu egalitate între aceste mărimi, trebuie făcute cîteva consideraţii din teoria şirurilor de numere [4, 5].

Fiind date două şiruri finite de numere reale (care se pot asimila cu şirurile de valori ale porozităţii, respectiv ale saturaţiei în hidrocarburi) :

$a_1, a_2 - - - -, a_k$ (10)

$b_1, b_2 - - - -, b_k$, (11)

se spune că ele sînt la fel ordonate, dacă au loc inegalităţile :

$a_1 \leqslant a_2 \leqslant, - - - -, \leqslant a_k$ (12)

$b_1 \leqslant b_2 \leqslant, - - - -, \leqslant b_k$ (13)

Dacă au loc inegalităţile :

$a_1 \leqslant a_2 \leqslant, - - - - \leqslant a_k$ (14)

$b_1 \geqslant b_2 \geqslant, - - - - \geqslant b_k$, (15)

atunci se spune că cele două şiruri sînt invers ordonate. Fiind date nişte numere pozitive $\alpha_1, \alpha_2, - - \alpha_k$, are loc inegalitatea :

$$\frac{\alpha_1 a_1 b_1 + \alpha_2 a_2 b_2 + \ldots + \alpha_k a_k b_k}{\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_k} \geqslant$$

$$\geqslant \frac{\alpha_1 a_1 + \alpha_2 a_2 + \ldots + \alpha_k \cdot a_k}{\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_k} \cdot \frac{\alpha_1 b_1 + \alpha_2 b_2 + \ldots + \alpha_k b_k}{\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots \alpha_k} \tag{16}$$

dacă şirurile (10) şi (11) sînt la fel ordonate, şi inegalitatea contrară, dacă ele sînt invers ordonate.

Dacă în (16) se face particularizarea $\alpha_1 = \alpha_2 = \ldots = \alpha_k = 1$, se găseşte inegalitatea :

$$\frac{a_1 b_1 + a_2 b_2 + \ldots + a_k b_k}{k} \geqslant \frac{a_1 + a_2 + \ldots + a_k}{k} \cdot \frac{b_1 + b_2 + \ldots + b_k}{k}, \tag{17}$$

pentru cazul cînd şirurile sînt la fel ordonate, şi inegalitatea contrară, dacă şirurile sînt invers ordonate. Evident, printre valorile m şi S_t nu se vor găsi şiruri de valori „la fel" sau „invers" ordonate.

Gradul lor de ordonare este apreciat după mărimea coeficientului de corelare din aceste mărimi.

3. Legătura dintre monotonia şirurilor de valori m, S_t şi coeficientul de corelare r

Ţinînd seama de faptul că mărimile m şi S_t sînt obţinute din nişte sondaje (carote) extrase dintr-o populaţie practic infinită (zăcămîntul), se caută să se găsească întotdeauna dacă există o legătură stocastică între aceste mărimi. Intensitatea legăturii este dată de mărimea coeficientului de corelare r, determinat cu relaţia :

$$r = \frac{1}{k-1} \sum_{k=1}^{k} \frac{(m_i - \overline{m}_a)\ (S_{ti} - \overline{S}_{ta})}{\sigma_m\ \sigma_{st}}. \tag{18}$$

Limitele de variaţie ale lui r sînt : $-1 \leqslant r \leqslant 1$. Dacă $r = 1$, se poate spune că între porozitatea rocii şi saturaţia în ţiţei este o dependenţă liniară, iar şirurile de valori $m_1, m_2 \ldots m_k$ şi $S_{t_1}, S_{t_2}, \ldots S_{t_k}$ sînt la fel ordonate.

Potrivit relaţiei (17), $\overline{mS_t} > \overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}$; în acest caz, utilizarea produsului $\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}$ în locul mediei statistice $\overline{mS_t}$ duce la o subestimare a rezervelor de ţiţei.

Dacă $r = -1$, dependența liniară se păstrează între valorile de porozitate și cele de saturație în țiței, dar șirurile sînt invers ordonate.

Conform celor arătate anterior, $\overline{mS_t} < \overline{m}_a \overline{S}_{ta}$, iar rezerva geologică de țiței se supraestimează prin utilizarea produsului $\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}$.

Pentru cazurile $-1 < r < 1$ cu o anumită probabilitate, se spune că între cele două mărimi există o dependență liniară, a cărei mărime este dată de coeficientul de corelare. Pentru cazul $r = 0$, se spune că dependența liniară lipsește între mărimile analizate, iar asupra relației dintre $\overline{m}_a \overline{S}_{ta}$ și $\overline{mS}_t$ nu se poate preciza nimic.

Egalitatea $\overline{m}_a \overline{S}_{ta} = \overline{mS}_t$ poate avea loc numai în cazul simultaneității relațiilor;

$$m_1 = m_2 = \text{-----} = m_k \text{ și}$$
$$S_{t_1} = S_{t_2} = \text{-----} = S_k.$$

Practic aceste egalități nu pot fi întîlnite la valorile de porozitate și de saturație în țiței. Totuși, pentru valoarea coeficientului de corelare $r = 0$, statistica matematică [8] demonstrează egalitatea $\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta} = \overline{mS}_t$, pentru un număr mare de probe.

4. Exemplu de calcul

Dintr-un strat meoțian, s-au extras 30 de carote. Pe aceste carote s-au determinat valorile de porozitate și de saturație în țiței. Coeficientul de corelare dintre valorile de porozitate și cele de saturație în țiței a fost calculat $r = -0{,}788$. Această mărime a lui r poate fi considerată ca fiind semnificativă și se poate aprecia că șirurile de valori m și S_t sînt invers ordonate.

Indicatorii statistici ai mărimilor m și S_t au fost calculați astfel:

$$\overline{m}_a = \frac{\sum_{i=1}^{30} m_i}{30} = 0{,}275$$

$$\overline{S}_{ta} = \frac{\sum_{i=1}^{30} S_{ti}}{30} = 0{,}615$$

$$\sigma_{S_t} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{30} (\overline{S}_{ta} - \overline{S}_{ti})^2}{30 - 1}} = 0{,}155$$

$$\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta} = 0{,}275 \times 0{,}615 = 0{,}169$$

$$\sigma_{m \cdot S_t} = 1{,}47$$

$$\overline{mS}_t = \frac{\sum_{i=1}^{30} m_i S_{ti}}{30} = 0{,}153$$

Pentru același nivel de probabilitate, $p = 95\%$, $t \approx 2$, intervalele de siguranță ale mărimilor $\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}$ și $\overline{mS}_t$ sînt:

$(\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta} - 0{,}0203;\ \overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta} + 0{,}0216)$,

iar pentru media statistică $\overline{mS}_t$

$(\overline{mS}_t - 0{,}0076;\ \overline{mS}_t + 0{,}0076)$.

Produsul $\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta} > \overline{mS}_t$, rezerva geologică de țiței, calculată cu ajutorul relației (1), este mai mare decît cea calculată cu ajutorul relației (3).

Eroarea relativă introdusă de utilizarea relației (1) în locul relației (3) este:

$$E_r = \frac{\text{Rezerva (1)} - \text{Rezerva (3)}}{\text{Rezerva (3)}} (100) =$$

$$= \frac{\frac{V_b}{b_t}(0{,}169 - 0{,}153)}{\frac{V_b}{b_t} \times 0{,}153} 100 = 10{,}4\%$$

Indicele dintre paranteze se referă la modul de determinare a rezervei geologice de țiței cu relația de calcul (1) sau (3).

Dacă dependența liniară era mai intensă, între valorile de porozitate și cele de saturație, eroarea calculată ar fi fost mai mare.

5. Concluzii

În lumina celor arătate, este indicat a se calcula rezerva geologică de țiței prin metoda volumetrică, utilizînd media statistică a valorilor $\overline{m \cdot S_t}$, în locul produsului mediilor de selecție $\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}$, care se folosește în mod curent în relația de calcul a rezervei geologice. Avantajele pe care le introduce această utilizare a mediei $\overline{mS}_t$, sînt:

1. Se dă o interpretare mai fidelă realității geologice a zăcămîntului petrolifer.
2. Se limitează erorile admise de calculul probabilistic, prin utilizarea mediei statistice $\overline{m \cdot S_t}$ în locul produsului mediilor de selecție $\overline{m}_a \cdot \overline{S}_{ta}$.
3. Utilizarea mediei statistice $\overline{mS}_t$, în locul produsului mediilor de selecție $\overline{m}_a$ și $\overline{S}_{ta}$, este cu atît mai necesară cu cît gradul de corelație dintre aceste mărimi este mai ridicat unde se introduc cele mai mari erori în calculul rezervei geologice prin metoda volumetrică.

BIBLIOGRAFIE

1. Codreanu, D. Aplicarea metodelor statistice la studiul proprietăților fizice ale rocii magazin din R.P.R., Arhiva I.C.F.E.
2. Creangă, A., Lari, I. și Theodorescu, R. Asupra aplicării metodelor statistice la prospectarea minereurilor și substanțelor utile. Studii și cercetări matematice, 2/1962, anul **XIII**, Ed. Academiei R.P.R.
3. * * * Studii și cercetări matematice, 9/1966, anul **XVII**, Ed. Academiei R.S.R.
4. Breckner, M. Note matematice. Gazeta matematică, seria B, anul XIX, oct. 1968.
5. Nicolescu, M. Analiză matematică **I**, Editura tehnică, București, 1957.
6. Worthing, A. G. și Geffner, J. Prelucrarea datelor experimentale. Ed. tehnică, București, 1959.
7. Codreanu, D. Calculul rezervelor de țiței. Metodele cele mai eficace de cercetare în lucrările geologice. Partea a V-a. Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere.
8. Mihoc, Gh. și Urseanu, V. Matematici aplicate în statistică. Colecția „Teoria probabilităților" **IV**, Ed. Acad. R.P.R., București, 1962.

Considerații teoretice privind cinetica reacției de oxidare pentru obținerea bitumului

C. Savu

Sursa principală pentru fabricarea bitumului în țara noastră o constituie țițeiul.

Bitumul din țiței se obține prin distilarea în vid înaintat sau prin suflarea cu aer a reziduurilor petroliere, la temperaturi de 220 — 270°C.

Din procesul de suflare cu aer se obțin circa 2—3% distilat, cantități variabile de gaze și bitum.

Scopul suflării cu aer îl constituie îmbunătățirea proprietăților reologice ale bitumului ca urmare a modificării structurii interne, prin variația raportului uleiuri-rășini-asfaltene. Oxidarea bitumului este rezultatul reacției dintre hidrocarburi și oxigenul din aer. Asemănător oxigenului pot reacționa și alte elemente ale grupei a VI-a, ca sulful, seleniul și telurul, care au aceleași proprietăți de dehidrogenare ducînd la formare de apă sau hidrogenura metalului respectiv [1]. Aceste reacții se produc la temperaturi mai ridicate. La temperaturi mai coborîte (200 — 270 °C) oxigenul se combină cu hidrocarburile din bitum, formînd esteri sau acizi organici, urmați de polimerizarea radicalilor nesaturați în diferite faze ale reacției de dehidrogenare. Polimerizarea se poate observa la oxidarea unor compuși obținuți de la cracarea termică, unde în timpul suflării punctul de înmuiere crește mult mai rapid decît la un reziduu de la distilarea în vid a unei păcuri neparafinoase.

Reacția globală ce se petrece în procesul de suflare a reziduurilor petroliere este o reacție de dehidrogenare urmată de reacții de condensare și de polimerizare.

Avînd în vedere modul în care decurge reacția de oxidare a reziduurilor petroliere se poate afirma că ea se produce în etape, și anume: formarea peroxizilor, difuzia de oxigen, dehidrogenarea, difuzia de hidrogen, polimerizări și condensări. Acest lucru se constată pe de o parte prin absorbția de oxigen, iar pe de altă parte prin produsele ușoare de descompunere (acizi, cetone etc.) [3].

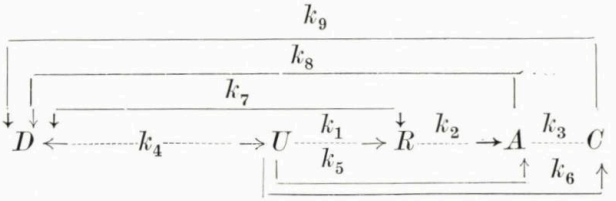
Repartizarea oxigenului în cele trei grupe de compuși care iau naștere în procesul de oxidare a reziduurilor la 250°C este de circa 60% în grupa esterilor și de circa 40% în grupele alcooli, acizi carboxilici și cetone, împărțiți aproape egal. Acizii carboxilici se formează la temperaturi joase și se descompun la temperaturi ridicate, formînd CO_2 prezent în gazele de oxidare [1].

Suflarea bitumurilor cu aer duce în final la carboide și la carbon, dacă se suflă asfaltenele cu aer. Carboidele au un indice de aciditate egal cu 4 și indicele de saponificare egal cu 124, demonstrînd că oxigenul se prezintă sub formă de esteri [1].

Compușii cu sulf în procesul de suflare cu aer nu se schimbă practic, ci sînt cuprinși doar sub o altă formă în moleculă.

Prin procesul de oxidare cu aer a reziduurilor petroliere se observă o scădere a uleiurilor de la 70—75% la 40—50%, rășinile cresc de la 5—6 % la 30—40%, asfaltenele cresc de la 5—10 % la 15—25%, obținîndu-se și 3—5% distilat, avînd densitatea de aproximativ 0,895, temperatura inițială de fierbere de 160—170 °C și care distilă 80% la 360 °C. Această schimbare a structurii bitumului a dus la ideea că în procesul de oxidare cu aer a reziduurilor, uleiurile sînt acelea ce se transformă în rășini, rășinile se oxidează la asfaltene, iar asfaltenele trec prin oxidare la carboide. Produsul ce se obține drept distilat se datorește pe de o parte produșilor de reacție, iar pe de altă parte distilării produșilor ușori prin procesul distilării cu ajutorul gazului inert [5].

Acest raționament a dus la următoarea schemă cinetică:



în care:

U reprezintă uleiuri, R—rășini, A—asfaltene, C—carboizi, D—distilat, iar k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8, k_9 — constante ale vitezei de reacție.

Schema propusă prezintă unele inconveniente, datorită imposibilității determinării experimentale a constantelor vitezelor de reacție componente și, deci, este fără aplicabilitate practică. Se propune o schemă simplificată, presupunînd că uleiurile trec în rășini, rășinile trec în asfaltene și asfaltenele în carboide, iar distilatul se formează numai din uleiuri; celelalte reacții fiind foarte încete se consideră

ca, practic, inexistente. Întrucît nu se efectuează o oxidare prea adîncă încît să se formeze carboide, se poate neglija formarea acestora din asfaltene. Schema simplificată, în care s-a notat cu U—uleiurile, cu R—răşinile, cu A—asfaltenele, cu D—distilatul, cu u, v, w', z' numărul de moli ai substanţelor U, R, A, D existenţi în zona de reacţie la un moment oarecare τ, cu γ_1, γ_2, γ_3, γ coeficienţii stoichiometrici ai procesului, iar cu k_1, k_2, k_3 constantele vitezelor de reacţie, poate fi redată astfel:

$$\begin{array}{ccccccccc} \gamma_3 D & \xrightarrow{k_3} & \gamma U & \xrightarrow{k_1} & \gamma_1 R & \xrightarrow{k_2} & \gamma_2 C & & \\ 0 & & 1 & & 0 & & 0 & \text{compoziţia iniţială.} \\ z' & & u' & & v' & & w' & \text{compoziţia după } \tau \text{ ore.} \end{array}$$

k_3 este constanta vitezei de reacţie de formare a distilatului, fiind luată global, deoarece distilatul ce se formează este obţinut o parte prin distilarea uleiurilor prin antrenarea cu aerul de suflare, iar o altă parte din produşii de reacţie mai uşori care sînt scoşi afară din masa reactanţilor o dată cu gazele de reacţie.

Pentru schema cinetică simplificată adoptată, se presupune că reacţiile sînt de ordinul I, putîndu-se scrie următorul sistem de ecuaţii diferenţiale:

$$\begin{aligned} -\frac{du}{d\tau} &= (k_1 + k_3)\, u \\ \frac{dv'}{d\tau} &= k_1\gamma_1 u - k_2 v' \\ \frac{dw'}{d\tau} &= k_2 \frac{\gamma_2}{2\gamma_1} v \qquad (1) \\ \frac{dz'}{d\tau} &= k_3 u \end{aligned}$$

Notînd cu v, w şi z numărul de moli sau, în cazul de faţă, fracţiile greutate de substanţă u transformată în R, A, D, se poate scrie:

$$\begin{aligned} v' &= \gamma_1 v \\ w' &= \gamma_2 w \\ z' &= \gamma_3 z. \end{aligned}$$

Înlocuind datele de mai sus în ultimele trei ecuaţii şi ţinînd seama că γ_1, γ_2, γ_3 sînt constante, efectuînd simplificările, se obţine:

$$\frac{dv}{d\tau} = k_1 u - k_2 v \qquad (2)$$

$$\frac{dw}{d\tau} = k_2 v \qquad (3)$$

$$\frac{dz}{d\tau} = k_3 u \qquad (4)$$

Notîndu-se pentru simplificare $k_1 + k_3 = k_4$ şi folosind operatorii diferenţiali, ţinînd seama de condiţiile iniţiale, sistemul de ecuaţii (1) — (4) devine:

$$-Pu + P = k_4 u \qquad (1')$$

$$Pv = k_1 u - k_2 v \qquad (2')$$

$$Pw = k_2 v \qquad (3')$$

$$Pz = k_3 u. \qquad (4')$$

Rezolvînd sistemul de ecuaţii (1') — (4') se obţin:

$$u = \frac{P}{k_4 + P} \qquad (1'')$$

$$v = k_1 \frac{P}{(k_2 + P)(k_4 + P)} \qquad (2'')$$

$$w = \frac{k_1 k_2}{(k_2 + P)(k_4 + P)} \qquad (3'')$$

$$z = \frac{k_3}{k_4 + P} \qquad (4'')$$

De unde formele integrate ale reacţiilor (1) — (4), după simplificări, dau:

$$u = e^{-k_4\tau} \qquad (5)$$

$$v = \frac{k_1}{k_2 - k_4}(e^{-k_4\tau} - e^{-k_2\tau}) \qquad (6)$$

$$w = \frac{k_1 k_2}{k_2 - k_4}(e^{-k_4\tau} - e^{-k_2\tau}) \qquad (7)$$

$$z = \frac{k_3}{k_4}(1 - e^{-k_4\tau}). \qquad (8)$$

Analizînd ecuaţia (6) rezultă că răşinile trec printr-un maximum căruia îi corespunde:

$$\tau_{max} = \frac{\ln \frac{k_4}{k_2}}{k_4 - k_2} \qquad (9)$$

Înlocuind ecuaţia (9) în ecuaţia (6) şi efectuînd transformările respective se poate obţine:

$$v_{max} = \frac{k_1}{k_2 - k_4}\left[\left(\frac{k_2}{k_4}\right)^{-\frac{k_4}{k_2 - k_4}} - \left(\frac{k_2}{k_4}\right)^{-\frac{k_2}{k_2 - k_4}}\right].$$

Înmulțind și împărțind primul termen al expresiei anterioare cu $\frac{k_2}{k_4}$ și efectuînd simplificările necesare rezultă:

$$v_{max} = \frac{k_1}{k_2 - k_4}\left(\frac{k_2}{k_4} - 1\right)\left(\frac{k_2}{k_4}\right)^{-\frac{k_2}{k_2 - k_4}} \text{ sau}$$

$$v_{max} = \frac{k_1}{k_4}\left(\frac{k_4}{k_2}\right)^{-\frac{k_2}{k_2 - k_4}} \qquad (10)$$

De aici se poate observa cantitatea maximă de rășini care nu depind de valoarea absolută a constantelor de reacție ci de raportul dintre ele.

Dacă vom nota:

$$\frac{k_4}{k_2} = \frac{k_1 + k_3}{k_2} = R \text{ iar}$$

$$\frac{k_3}{k_1} = S, \text{ relația (10) va deveni:}$$

$$v_{max} = \frac{1}{1+S} \cdot R^{\frac{1}{1-R}} \qquad (11)$$

Din analiza ecuației (11), neglijînd $\frac{1}{1+S}$ și ținînd seama că R poate varia de la valori foarte mici pînă la valori foarte mari ce tind la infinit, rezultă că v maxim va avea valori foarte mici pentru valori mici ale lui R, crește o dată cu creșterea lui R trecînd prin valoarea e^{-1} pentru $R = 1$ și tinde către 1 cînd R tinde către infinit.

Pentru $R = 0$ $v_{max} = 0$, iar pentru $R = 1$ $v_{max} = 1^{\infty}$, deci o nedeterminare. Dacă se va logaritma $v_{max} = R^{\frac{1}{1-R}}$ și se va aplica regula lui l'Hoppital se obține:

$$\lim_{R \to 1} \ln v_{max} = \lim_{R \to 1} \frac{\ln R}{1-R} = \lim_{R \to 1} \frac{-1}{R} = -1,$$

deci,

$$\lim_{R \to 1} v_{max} = e^{-1}$$

Pentru $R = \infty$ se ajunge la $v_{max} = \infty^{\circ}$, care, în mod analog, va da:

$$\lim_{R \to \infty} \ln v_{max} = \lim_{R \to \infty} \frac{\ln R}{1-R} = \lim_{R \to \infty} \frac{-1}{R} = 0,$$

deci: $$\lim_{R \to 8} v_{max} = 1.$$

Rezultă, deci, că maximul de rășini va fi cu atît mai mare, cu cît raportul dintre constanta de viteză a reacției de trecere a uleiurilor în rășini față de constanta de reacție a rășinilor în asfaltene este mai mare.

Valorile absolute ale lui v_{max} în acest interval sînt în funcție de raportul S și v_{max} și va fi cu atît mai mare, cu cît valoarea lui S este mai mică, deci cu cît k_3 este mai mic față de k_1.

Pentru $R = \infty$, valoarea lui $v_{max} = \frac{1}{1+S}$.

Variația timpului va scădea cu cît cele trei valori ale constantelor de reacție cresc, așa după cum reiese din ecuația (9).

Analiza structurală a bitumurilor suflate din diferite materii prime și corelarea

	A. 1				A. 3					
Timp de oxidare (τ), ore	0	2	4	5,75	0	6	9	11,5	14	16
Timp de oxidare (τ), min	0	120	240	345	0	360	540	690	840	960
Punct de înmuiere I și B, °C	38	43,5	50	56	30	50	59,5	69,5	80	91
Analiza structurală: ulei, % g	52,15	47,15	46,22	43,03	61,3	58,92	45,71	44,41	44,49	42,98
rășini, % g	36,40	38,80	38,07	38,61	28,2	35,48	36,23	34,87	32,66	31,71
asfaltene, % g	11,45	14,05	15,71	18,36	10,5	15,60	18,06	20,72	22,85	25,31
carboidex, % g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Raportul: asfaltene/rășini, a/r	0,314	0,362	0,412	0,475	0,372	0,44	0,497	0,595	0,70	0,795
Constanta C	121	121	121	121	—	114	114	114	114	114
Punct înmuiere calculat, $R = C\frac{a}{r}$	38,1	43,8	49,9	57,5	—	50,1	57	68	79,8	90,5
Eroare a punctului de înmuiere calculat, %	0,26	0,685	0,2	2,68	—	0,2	4,2	2,14	0,25	0,55
Constanta vitezei de reacție de transformarea uleiurilor în rășini $k_1 = \left(-\frac{2,3}{\tau}\lg\frac{U}{U_0}\right)\cdot 10$	—	0,505	0,31	0,336	—	0,0069	0,032	0,028	0,023	0,0226
Constanta de viteză a reacției în procesul de sulfarea bitumului $k = \left(\frac{2,3}{\tau}\lg\frac{a}{a_0}\cdot\frac{r}{r_0}\right)10^{+2}$	—	6,66	6,8	7,15	—	2,76	3,27	4,09	4,5	4,74

Pentru a analiza variația asfaltenelor, se diferențiază relația :

$$w = \frac{k_1 k_2}{(k_2 + P)(k_4 + P)}, \text{ obținîndu-se}$$

$$\frac{dw}{d\tau} = \frac{k_1 k_4}{k_2 - k_4}(e^{-k_4\tau} - e^{-k_2\tau}).$$

Anulînd derivata, se va obține :

$\frac{k_1 k_2}{k_2 - k_4}(e^{-k_4\tau} - e^{-k_2 k}) = 0$, expresie satisfăcută pentru $\tau = 0$.

Rezultă, deci, că în coordonate τ, w, curba care exprimă formarea asfaltenelor este tangentă în origină cu axa absciselor, deci practic produsul final nu se formează la începutul procesului (reamintim, de altfel, că în schema cinetică adoptată s-a neglijat formarea asfaltenelor direct din uleiuri).

Anulînd derivata a doua a relației (3) se obține :

$$\frac{k_1 k_2}{k_2 - k_4}(k_4 e^{-k_4\tau} - k_2 e^{-k_2\tau}) = 0$$

de aici,

$\frac{k_1 k_2}{k_2 - k_4} \neq 0$, ar contraveni sensului reacției, deci,

$$k_4 e^{-k_4\tau} - k_2 e^{-k_2\tau} = 0 \text{ și, deci,}$$

$$\tau = \frac{\ln \frac{k_2}{k_4}}{k_4 - k_2}.$$

Relația obținută este asemănătoare cu relația (9) ; de aici rezultă că curba care reprezintă maximum de asfaltene prezintă un punct de inflexiune corespunzător maximului curbei de formarea rășinilor.

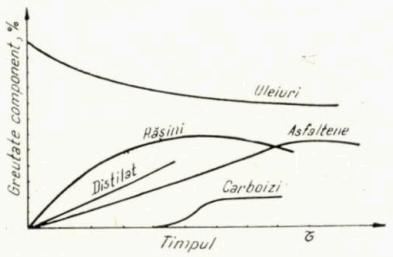


Fig. 1. Variația compoziției structurale a bitumului în funcție de timpul de suflare.

Reprezetarea grafică din punct de vedere teoretic a produselor ce s-ar obține în procesul de suflare a reziduurilor petroliere este dată în figura 1.

S-a căutat să se verifice din punct de vedere practic variația structurii bitumului în timpul oxidării. S-au supus oxidării cinci materii prime diferite : reziduu de la distilarea în vid a unui păcuri din țiței A_1, a uneia din țiței A_3, a unei extract aromatic de la solventarea cu furfurol a unui ulei greu, a unui reziduu de la cracarea termică supus distilării în vid, a unui gaci obținut de la deparafinarea cu MEC a unui ulei greu.

Rezultatele sînt date în tabela 1 și în figura 2.

TABELA 1

acesteia cu punctul de înmuiere precum și determinarea constantelor vitezelor de reacție

Extract aromatic				Reziduu C.T.				Gaci			
0	1,66	2,66	3,67	0	2,08	4,5	5,57	0	4	8,5	11,8
0	100	160	220	0	125	270	335	0	240	510	710
—	47,5	81	158	—	50	90	115	45	45,5	43	61
97,87	80,51	68,70	43,38	87,94	66,54	60,34	57,74	61,5	52,12	47,53	41,48
2,12	14,34	16,20	14,73	8,92	15,62	17,39	18,05	38,05	36,12	34,88	26,65
—	5,15	15,10	30	3,11	14,24	14,92	16,07	—	11,74	17,59	8,08
—	—	—	11,95	—	3,57	7,35	8,14	—	—	—	23,82
—	0,359	0,93	2,03	0,350	0,912	0,858	0,890	—	0,325	0,505	0,03
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— —
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,116	0,131	0,222	—	0,1335	0,084	0,0755	—	0,0415	0,0292	0,0335
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABELA 2

Uleiuri, răşini şi asfaltene conţinute în reziduurile petroliere suflate [1]

	Păcură din ţiţeiul de Lloydminster:								Reziduu cracat de Leduc							
	suflat cu aer				suflat cu oxigen			suflat cu azot		suflat cu aer				suflat cu azot		
Timpul de suflare, ore	0	20	40	60	10	15	20	60	120	0	10	20	30	41	50	22	42	63
Analiza structurală: uleiuri, %	46,9	40,2	35,3	31,9	37,4	35,3	33,4	40,6	36,7	67,0	59,5	52,9	48,4	45,1	43,6	64,3	61,7	61,5
răşini, %	37,7	34,1	31,7	28,6	33,1	29,9	28,9	40,5	43,1	23,2	20,5	20,4	18,6	18,3	16,6	24,2	24,1	24,6
asfaltene, %	15,3	25,1	32,9	39,0	29,3	34,1	37,5	18,0	20,1	8,6	19,0	26,7	32,0	36,4	39,7	10,6	13,4	14,4
$h_1 = \left(-\frac{1}{\tau}\ln\frac{u}{u_0}\right)\cdot 10^3$		7,6	7,12	6,4	22,3	19,1	17,0	2,36	2,05		11,9	11,9	11,5	9,65	8,55	1,88	1,97	1,35

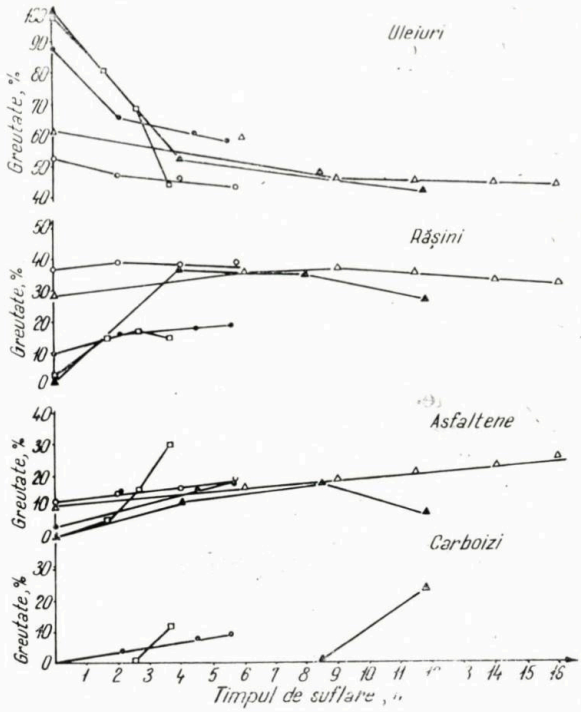


Fig. 2. Variaţia compoziţiei chimice în funcţie de timpul de suflare:

0 – masă asfaltoasă din ţiţei A_1; Δ – masă asfaltoasă din ţiţei A_3; □ – extract aromatic de la rafinarea cu furfurol a uleiului greu; ● – reziduu de la cracarea termică a păcurei parafinoase; ▲ – gaci de la deparafinarea cu MEC a uleiului greu.

Aceleaşi rezultate sînt obţinute şi în cazul oxidării bitumului cu oxigen şi cu azot, aşa după cum se observă în tabela 2 şi în figura 3. Se constată că rezultatele practice se încadrează întocmai în cele teoretice.

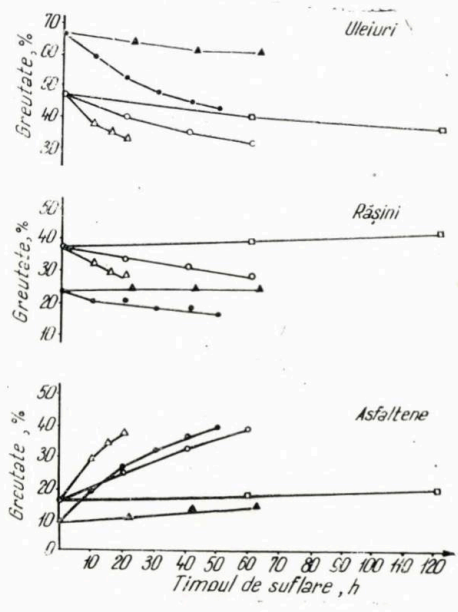


Fig. 3. Variaţia compoziţiei chimice a bitumului în funcţie de timpul de suflare:

Păcură din ţiţeiul Lloydminster:
○ – suflat cu aer; Δ – suflat cu oxigen; □ – suflat cu azot.
Reziduu cracat de Leduc:
● – suflat cu aer; ▲ – suflat cu azot.

Pentru a determina viteza de reacție de trecere a uleiurilor în rășini în procesul discontinuu de suflare a bitumului se folosește relația (5), unde $k_4 = k_1 + k_3$. Avînd în vedere faptul că trecerea de uleiuri în distilat este foarte mică (se cunoaște că în timpul suflării cu aer se obține circa 3—5% distilat, ceea ce reprezintă doar 5—7% din uleiurile inițiale, dar aceste 5% asupra uleiurilor sînt formate și din compuși de descompunere), de circa 2% sau mai puțin, face ca k_3 să poată fi neglijată în calculele practice, dînd rezultate satisfăcătoare, iar relația (5) va deveni (12):

$$u = e^{-k_1\tau}, \tag{12}$$

de unde:

$$k_1 = -\frac{1}{\tau} \ln \frac{u}{u_0}. \tag{13}$$

Aplicînd relația de mai sus în cazul exemplelor noastre, se pot obține diferite viteze de reacție pentru diferite stadii de oxidare, așa după cum se observă în tabelele 1 și 2 pentru diferite materii prime.

Determinarea vitezei de reacție k_2 este mult mai complicată datorită ecuației ce apare.

Determinarea vitezei de reacție globale de oxidare este dată de unii autori în funcție de punctul de înmuiere [1, 2, 3, 4] considerîndu-se de gradul I, relația fiind următoarea:

$$k = \frac{1}{\tau} \ln \frac{R}{R_0}, \tag{14}$$

unde R este punctul de înmuiere la un timp oarecare, iar R_0 este punctul de înmuiere inițial. Variația punctelor de înmuiere în funcție de timpul de oxidare este dată în figura 4 și în tabela 1.

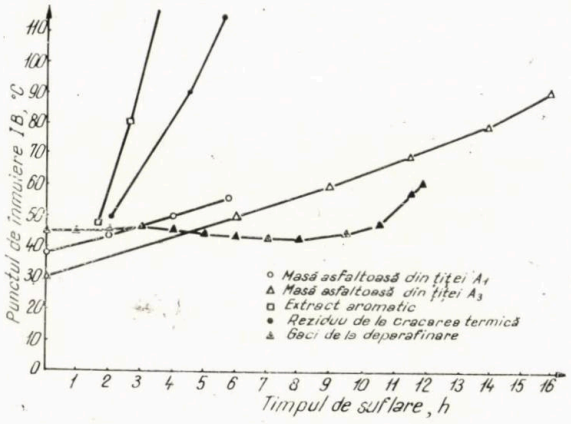


Fig. 4. Variația punctelor de înmuiere (I și B) cu timpul de suflare.

Punctul de înmuiere al bitumurilor este funcție de structura intimă a acestora. Reprezentînd grafic punctele de înmuiere ale bitumurilor obținute în funcție de raportul asfaltene/rășini se constată că pentru bitumurile din materiile prime din țiței A_1 și A_3 sînt coliniare cu diferite pante de înclinare, așa cum se poate observa în figura 5. De unde:

$$R = \left[\operatorname{tg} \alpha\right] \frac{a}{r}. \tag{15}$$

Notînd tg $\alpha = c$, s-a găsit că c este egal cu 121, pentru bitumurile obținute din țițeiul A_1 și 114, pentru țițeiul A_3. Constanta c este determinată de natura țițeiului din care provine materia primă. Relația (15) nu se poate aplica bitumurilor în compoziția cărora se află carboide.

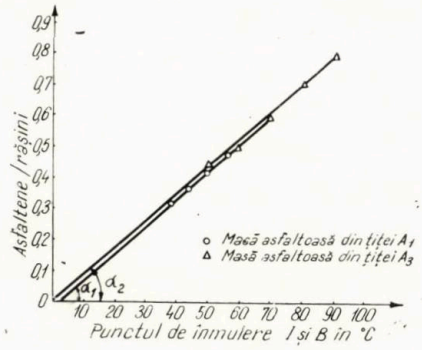


Fig. 5. Variația punctului de înmuiere (I și B) în funcție de raportul asfaltene/rășini.

Înlocuind valorile lui R din ecuația (15) în ecuația (14) și efectuînd simplificările respective se obține ecuația (14′):

$$k = \frac{1}{\tau} \ln \frac{ar_0}{a_0 r}. \tag{14'}$$

Deci, cunoscînd raportul asfaltenelor și al rășinilor putem afla viteza de reacție globală în cazul suflării unui reziduu de la distilarea în vid a păcurii neparafinoase.

Viteza de reacție globală crește cu timpul, așa după cum se poate observa în tabela 1, iar viteza de reacție a trecerii uleiurilor la rășini scade în cazul suflării cu aer, cu oxigen și cu azot, așa după cum se observă în tabela 2. Nu același lucru se poate spune în cazul extractului aromatic, unde acesta crește datorită, probabil, reacțiilor de condensare.

Analizînd datele prezentate mai sus se pot trage următoarele concluzii:

— Reacțiile ce se produc în procesul de oxidare a bitumului sînt reacții consecutive, de ordinul I, indiferent de natura materiei prime și de agentul de oxidare (aer, oxigen, azot).

— Punctele de înmuiere a bitumurilor ce nu conțin carboizi sînt funcții liniare ale raportului asfaltene/rășini.

— Constanta vitezei de reacție totală poate fi exprimată în funcție de rapoartele: asfaltene/

asfaltene inițiale și rășini inițiale/rășini, aceasta în cazul în care nu sînt formați carboizi și cînd asfaltenele inițiale au o valoare cît de mică. În celelalte cazuri se va calcula după formula (14).

— Viteza de reacție de trecere a uleiurilor în rășini în cazul oxidării cu oxigen este de două ori și jumătate mai mare decît în cazul oxidării cu aer și de nouă ori mai mare decît în cazul oxidării cu azot.

BIBLIOGRAFIE

1. Barth, J., E. Asphalt science and technologi. Gordon and Breach, New York, London, 1962, p. 393, 397.
2. Locwood, D. C. În: Petroleum Refiner, **38**, nr. 3, mart. 1959.
3. Platon, A., și colab. Aspecte de inginerie chimică ale procesului de suflarea bitumului cu aer. Sesiunea științifică a I. C. P. T. din anul 1967.
4. Corleton, Ellis. The chemistry of Petroleum Derivates. **II**, 1937, p. 1 202 — 1 211.
5. Hughes, F., J. Asphalt oxidation studies at elevated temperatures. În: I. E. C. **I**. nr. 4, dec. 1962, p. 290—293.
6. Rașeev, S. Procese distructive de prelucrare a țițeiului, București, Ed. tehnică, 1964, p. 47—59.

RECENZII

V. IANOVICI, D. GIUȘCĂ, M. BORCOȘ, M. LUPU, M. BLEALIU ȘI H. SAVU: Evoluția geologică a munților metaliferi Ed. Academia R. S. România, București, 1969, 741 p.

În ultimul deceniu, domeniul geologiei s-a îmbogățit cu un volum impresionat de date pe baza cărora unele probleme ale evoluției pămîntului au primit elucidare totală sau parțială.

Lucrarea de față, pe coperta căreia sînt înscrise numele unor specialiști consacrați de la noi din țară, tratează într-o formă sintetică evoluția proceselor geologice din munții metaliferi ai României. prin munții metaliferi ai Transilvaniei înțelegînd teritoriul cuprins între minele aurifere de la Caraci, Săcărîmb, Zlatna și Baia de Arieș. Această denumire a fost folosită pentru prima oară de Fr. Posepny.

Autorii definesc munții metaliferi ca pe o unitate structurală, rezultată în urma evoluției unui șanț eugeo-sinclinal, ce se întinde între bazinul Transilvaniei la est, masivul cristalin getic, la sud, și formațiunile cristaline paleozoice și mezozoice ale Apusenilor de Nord.

Regiunea munților metaliferi a făcut prima obiectul unor cercetări de natură geologică de pe tot cuprinsul țării noastre, cei dintîi cercetători fiind minieri.

Datorită tehnicii înaintate, în ultimii zece ani cunoștințele geologice asupra acestei regiuni au crescut considerabil. Au fost folosite noi metode de cercetare; geofizice, geochimice, microtectonice etc.

Cartea reprezintă o sistematizare a cunoștiințelor științifice privind această regiune, prin formularea unor ipoteze care explică înlănțuirea cauzală a fenomenelor.

Această lucrare este o sinteză, deoarece toate cunoștințele acumulate asupra regiunii munților metaliferi sînt integrate într-o concepție unitară.

Cuprinsul este alcătuit din trei capitole, 22 de subcapitole și 731 de pagini.

În primul capitol autorul se referă la delimitarea teritorială, la istoricul cercetărilor și la relieful munților metaliferi. Capitolul II tratează fundamentul preaplin, evoluția concepțiilor în cunoașterea șisturilor cristaline din Munții Apuseni, ciclul prebaicalian, baicalian și herciuc.

Ultimul capitol, al III-lea, se referă la formațiunile alpine și tratează următoarele probleme: evoluția proceselor litogenetice, evoluția proceselor tectonice și evoluția proceselor magnetice.

Lucrarea respectivă a fost întocmită pe baza lucrărilor personale și a cercetărilor efectuate de autori în decursul a mai multor ani de cercetare, la care s-a adăugat și un bogat material bibliografic de dată recentă.

Lucrarea are ca scop rezolvarea problemelor fundamentale, explicîndu-se înlănțuirea cauzală a proceselor majore, în ansamblul geologic general.

În concluzie, se propun o serie de soluții și ipoteze noi care să fundamenteze direcțiile de cercetare sub aspect teoretic și aplicativ.

Prin bogatul material pe care îl prezintă și prin volumul datelor noi pe care le cuprinde, cartea este foarte utilă, în special geologilor, geofizicienilor, petroliștilor și tuturor celor care lucrează în domeniul exploatărilor.

Problemele sînt tratate la un nivel științific superior și îmbrățișează atît probleme de ordin științific, cît și de ordin practic, care evidențiază stadiul actual al cunoașterii geologice, pentru a se face o apreciere mai fundamentală a potențialului economic și de a ajuta la îndrumarea lucrărilor geologice de valorificare a substanțelor minerale din această regiune.

Prin ordinea și prin claritatea expunerii, precum și prin actualitatea deosebită a problemelor tratate la un nivel superior „Evoluția geologică a munților metaliferi" se adresează tuturor inginerilor din industria extractivă, geologilor și geofizicienilor completînd un gol important în literatura tehnică de specialitate.

Calitatea combustibililor pentru turboreactoare şi posibilităţi de realizare în Republica Socialistă România

Pascal Popescu şi
N. Ioanesi

Dezvoltarea aviaţiei civile şi a celei militare, care folosesc turboreactoare ca mijloc de acţionare a avioanelor şi produsele petroliere ca sursă de energie, cunoaşte o mare creştere pe plan mondial şi în ţara noastră, ceea ce atrage după sine creşterea cantitativă şi calitativă a combustibililor utilizaţi.

Pentru exemplificare, se menţionează că în anul 1967 consumul de combustibili a fost de 1,26 mil. t în Anglia, de 2,4 mil. t în Japonia şi de 10 mil. t în S. U. A. Calculele făcute pentru o perioadă de 6 ani, numai pe 15 aeroporturi din S. U. A., indică pentru anul 1975 un consum de aproximativ cinci ori mai mare decît în 1967 [1]. În ţara noastră, consumul de combustibil pentru turboreactoare realizat de aviaţia civilă a fost de aproximativ zece ori mai mare în 1967 faţă de 1960.

Avînd în vedere dezvoltarea în continuare a transporturilor aeriene române (TAROM), atît pe linii interne cît şi pe cele internaţionale, precum şi faptul că de curînd a fost dat în exploatare noul aeroport internaţional Otopeni de lîngă Bucureşti, consumul de combustibil va fi din ce în ce mai mare. Faptul că pe acest aeroport vor ateriza cele mai moderne avioane impune asigurarea combustibilului la nivelul calitativ corespunzător, existent pe toate aeroporturile internaţionale. Acest lucru contribuie la interschimbabilitatea combustibililor pentru turboreactoare de avion practicat pe scară largă pe aeroporturile internaţionale de transporturi civile.

Principalele caracteristici ale acestor combustibili, care determină în mare măsură posibilităţile interschimbabilităţii lor în exploatare, sînt : compoziţia fracţionată, viscozitatea, tensiunea de vapori, temperatura de cristalizare, acţiunea corosivă, puterea calorifică, stabilitatea termică şi calităţile de combustie.

Combustibilii pentru turboreactoare de avion au în compoziţia lor hidrocarburi parafinice, naftenice, aromatice şi nesaturate. În diferitele sortimente de combustibili, obţinuţi din diferite ţiţeiuri, proporţia dintre aceste clase de hidrocarburi este diferită, depinzînd de calitatea ţiţeiului din care se realizează, precum şi de tehnologia de fabricare.

În compoziţia combustibililor pentru turbomotoare de avion, cele mai convenabile sînt hidrocarburile parafinice şi cele naftenice, care posedă o stabilitate chimică ridicată şi o căldură de ardere relativ mare ; conţinutul de astfel de hidrocarburi în aceşti combustibili nu este limitat de normele de calitate.

Hidrocarburile aromatice sînt admise în proporţie limitată (maximum 20—25%), deoarece prin ardere formează multă calamină, iar căldura lor de ardere este cu aproape 10% mai mică decît cea a hidrocarburilor parafinice. În afară de aceasta hidrocarburile aromatice sînt foarte higroscopice (benzenul dizolvă de zece ori mai multă apă decît hidrocarburile parafinice), iar temperatura de cristalizare a benzenului este scăzută (de 5,4 °C).

Hidrocarburile nesaturate, avînd o stabilitate chimică foarte redusă (depun gume la depozitare), sînt admise într-o proporţie foarte mică (de maximum 5%).

Examinaţi după intervalul de distilaţie, combustibilii pentru turbomotoare de avion pot fi grupaţi în trei mari categorii (aşa cum rezultă din tabela 1), şi anume : tip „petrol fracţiune îngustă", tip „petrol fracţiune largă" şi tip „petrol cu inflamabilitate înaltă".

Cu cît fracţiunile din care este format combustibilul sînt mai uşoare cu atît viteza lui de vaporizare este mai mare, iar procesul de amestecare în turboreactoare este mai complet. Din acest punct de vedere combustibilul pentru turbomotoare de avion este caracterizat prin temperaturile iniţiale şi finale de distilare, precum şi prin temperaturile la care distilă 10% volum, 50% volum şi 90% volum. Pentru o vaporizare rapidă şi o amestecare bună se prevede, în majoritatea normelor de calitate, ca temperatura finală de distilaţie să fie de maximum 290 °C. Începutul distilării, prescris prin temperatura iniţială de distilare sau prin temperatura de distilare a 10 sau a 20% volum, influenţează în mare măsură punctul de inflamabilitate, precum şi tensiunea de vapori a combustibilului.

Viscozitatea combustibililor pentru turbomotoare de avion depinde de tipul hidrocarburilor care intră în compoziţia sa chimică şi exercită o mare influenţă asupra pulverizării jetului de combustibil de către injector. Cu cît viscozitatea acestui combustibil este mai mică, cu atît jetul se împrăştie mai uşor sub acţiunea forţelor centrifuge care iau naştere şi cu atît pulveri-

TABELA 1

Nr. crt.	Categoria combustibilului	Tara	Simbolul combustibilului	Specificaţia de calitate	Observaţii
1.	Petrol fracţiune îngustă	U.R.S.S.	T. 1 ; T.S. 1	GOST 10227-62	—
		U.R.S.S.	T. 7.	GOST 12308-66	—
		R.S.R.	T. 1.	STAS 5639-67	Corespunde GOST 10227-62
		Anglia	AVTUR	RD 2494/68	—
		S.U.A.	Jet A şi A. 1	ASTM-D. 1655-67	—
		S.U.A.	J.P. 8	MIL-T. 83133	—
		S.U.A.	J.P. 5	MIL-T. 5624 G.	—
		Franţa	T.F. 1	AIR 3405/B	Corespunde RD-2494
		Canada	Tip A. 1.	3-GP-23	Corespunde RD-2494
		Suedia	J.P. 1	FSDMO754	Corespunde RD-2494
		Japonia	J.F. 1	—	Corespunde ASTM-D 1655
2.	Petrol fracţiune largă (benzină-petrol)	U.R.S.S.	T. 2	GOST 10227-62	—
		Anglia	AVTAG	RD-2486/68	—
		S.U.A.	Jet B.	ASTM D 1655-67	—
		S.U.A.	J.P. 4	MIL-T. 5624 G	—
		Franţa	—	AIR 3407/A	Corespunde RD-2486
		Canada	Tip B	3-GP-22	Corespunde RD-2486
		Suedia	J.P. 4	FSD MO 754	CorespundeR D-2486
		Japonia	J.F. 2	—	Corespunde ASTM-D 1655
3.	Petrol cu inflamabilitate înaltă	Anglia	AVCAT	RD-2498/68	
		Franţa	—	AIR 3404/A	
		S.U.A.	J.P. 6	MIL-J. 2556 B	
		Canada	—	3-GP-242	

zarea este mai bună, iar picăturile de combustibil sînt mai mici. Viscozitatea combustibilului creşte o dată cu scăderea temperaturii, variaţie importantă, deoarece exercită o influenţă considerabilă asupra pulverizării de către injector. În figura 1 este redată variaţia viscozităţii cu temperatura a unor combustibili pentru turbomotoare de avion [2].

Pentru asigurarea fluidităţii necesare se prescrie valoarea viscozităţii la 20 şi la 40°C (GOST 10227-62, GOST 12308-66, STAS 5639—67) sau la temperatura de —34,4°C (ASTM D 1655—67 DEng RD 2494/68).

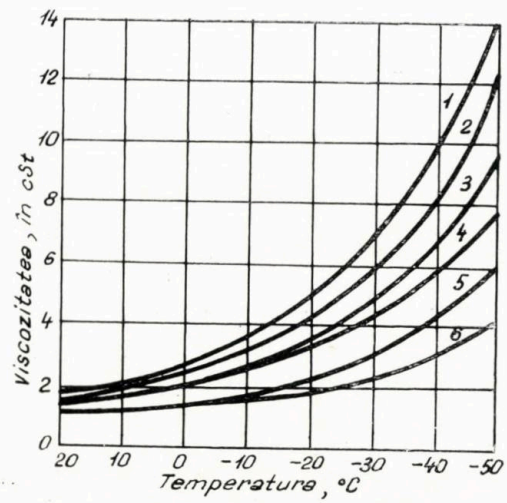


Fig. 1. Variaţia viscozităţii cu temperatura la unele tipuri de combustibil pentru turboreactoare:

1 — combustibil T. 1; *2* — combustibil danez J p — 1; *3* — combustibil englez JP — 1; *4* — combustibil TS — 1; *5* — combustibil T2; *6* — combustibil suedez J P4.

Temperatura de tulburare caracterizează comportarea combustibilului la temperaturi joase, atît în depozitele aeroporturilor, cît şi în rezervoarele avioanelor, la sol sau la mari altitudini.

Această caracteristică este influenţată de prezenţa unei cantităţi mari de hidrocarburi parafinice cu temperatura de topire ridicată, precum şi de prezenţa unei mari cantităţi de apă higroscopică. În funcţie de condiţiile climatice ale fiecărei ţări pentru a asigura o funcţionare normală a avioanelor, temperatura de cristalizare este normată la valoarea de maximum -60°C (GOST 10227-62, GOST 12308-66, STAS 5639—67), la valoarea de maximum —50 °C (DEng RD 2494/68) şi la valoarea de —49°C (ASTM D 1655—67).

Agresivitatea corosivă a combustibililor pentru turboreactoare se datoreşte sulfului, combinaţiilor sulfului şi, în special, sulfului mercaptanic şi hidrogenului sulfurat, apei, acizilor naftenici etc. Coroziunea acestor combustibili se extinde mai ales asupra agregatelor, a pieselor instalaţiei de alimentare şi a pieselor motoarelor fabricate din metale neferoase şi din oţeluri aliate.

Literatura de specialitate [2] prevede că combustibilul T 1, fabricat din ţiţeiuri slab sulfuroase, este practic neagresiv şi nu provoacă coroziunea instalaţiei de alimentare a motoarelor; s-au observat foarte rar cazuri de coroziune a aliajelor din cauza prezenţei în combustibil în special a apei libere.

Pentru evitarea acţiunii corosive a combustibilului pentru turboreactoare sînt normate caracteristicile : sulf total, hidrogen sulfurat, sulf mercaptanic, şi coroziunea pe placa de cupru şi pe placa de argint.

Puterea calorifică a combustibililor lichizi, exprimată în kcal/kg sau kjouli/kg, este determinată de tipul de hidrocarburi care intră în compoziţia acestora : cea mai mare o au hidrocarburile parafinice, iar cea mai mică cele aromatice. Această caracteristică este influenţată de densitatea combustibilului : cu cît aceasta este mai mică, cu atît puterea calorifică gravimetrică (kcal/kg) este mai mare, iar cea volumetrică (kcal/l) este mai mică (în figura 2 este redată această variaţie).

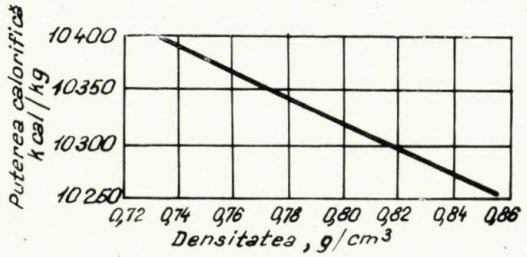


Fig. 2. Variaţia puterii calorifice a combustibililor pentru turboreactoare, în funcţie de densitatea lor.

Puterea calorifică are influenţă asupra consumului specific al combustibilului ; cu cît ea este mai mare, cu atît consumul specific este mai scăzut.

Avînd în vedere volumul limitat al rezervoarelor avioanelor, asigurarea unei raze de zbor maxime impune stabilirea valorii densităţii celei mai avantajoase.

Calităţile de ardere ale combustibililor pentru turboreactoare sînt urmărite, în special, sub aspectul depunerii de calamină. Se ştie că formarea calaminei în turbomotoarele de avion este influenţată de conţinutul în substanţe răşinoase, de conţinutul de hidrocarburi aromatice şi nesaturate, de compoziţia fracţionată, de conţinutul în sulf, de creşterea raportului dintre carbon şi hidrogen etc. Formarea calaminei în turbomotoarele de avion este dăunătoare şi periculoasă, deoarece contribuie la micşorarea conductibilităţii termice, putînd provoca supraîncălziri locale şi deformarea metalului camerei de ardere, la înfundarea injectoarelor de alimentare cu combustibil şi a orificiilor prin care pătrunde aerul secundar, necesar arderii etc.

Aptitudinea de formare a calaminei este urmărită, în special, prin înălţimea flăcării fără fum (punct de fumegare), determinată conform STAS 7581—67, GOST 4338—49, ASTM D 1322—64, şi prin conţinutul maxim de hidrocarburi aromatice şi olefinice.

Cu cît această înălţime este mai mare, cu atît aptitudinea de a forma calamina este mai mică ; valoarea mai mare a înălţimii flăcării fără fum o au hidrocarburile parafinice şi cea mai mică, cele aromatice.

Altă caracteristică ce indică aptitudinea de formare a calaminei pentru unii combustibili este indicele de fumegare şi de volatilitate (IFV), care se calculează cu relaţia :

IFV = punct de fumegare + 0,42 × % volum distilat pînă la 205°C.

Calităţile de ardere ale combustibililor pentru turbomotoare de avion sînt exprimate prin cifra luminometrică.

Determinarea constă în arderea combustibilului într-un luminometru ASTM — C.R.C. şi în anumite condiţii (ASTM D 1740—67) obţinînd o curbă a radiaţiei flăcării măsurată cu un filtru optic şi cu o celulă fotoelectrică, în timp ce creşterea temperaturii în arzător este măsurată cu un termocuplu. Această creştere de temperatură este comparată cu aceea a etaloanelor (izooctan şi tetralină), la un nivel constant de radiaţie.

Cifra luminometrică se calculează ca diferenţă de creştere a temperaturii între combustibil şi temperatura atinsă de tetralină, împărţită la diferenţa între creşterea temperaturii izooctanului şi cea a tetralinei, înmulţită cu 100. Problema stabilităţii termice a combustibililor pentru turbomotoare de avion a apărut datorită dezvoltării aviaţiei supersonice. Se ştie că în timpul zborurilor cu viteză supersonică se produce o încălzire a avionului şi a instalaţiei sale de alimentare cu combustibili ; cu cît viteza de zbor este mai mare, cu atît încălzirea este mai intensă, ajungînd chiar la peste 150°C [3]. În aceste condiţii şi sub influenţa oxigenului, pot avea loc, în combustibili, reacţii de oxidare cu formare de răşini şi de precipitate solide insolubile. Cea mai probabilă sursă de formare a acestor substanţe solide în combustibili o constituie sulful, azotul şi oxigenul [4].

Determinarea stabilităţii termice constă în suprapunerea probei de analizat unor temperaturi şi condiţii de lucru asemănătoare cu cele ale motoarelor, într-o aparatură ASTM — C. R. C. — Fuel Coker (ASTM D 1660—61 şi I. P 197/66). Combustibilul de examinat este pompat, cu un anumit debit, printr-o secţiune de preîncălzire a aparatului şi apoi printr-o secţiune de filtrare încălzită, unde se reţin, cu ajutorul unui filtru de oţel inoxidabil sinterizat, eventualele produse de degradare formate în timpul încercării. Gradul de stabilitate termică este estimat în funcţie de creşterea presiunii prin filtru şi de aspectul preîncălzitorului la sfîrşitul determinării.

Altă metodă (GOST 11802—66) prevede încălzirea combustibilului la 150°C, timp de 5 ore, într-o aparatură specifică şi în anumite condiţii de lucru, determinîndu-se apoi

TABELA 2

Nr. crt.	Denumirea caracteristicii	A.S.T.M. – D. 1655 – 67			R.D. – 2494/68 AVTUR	R.D. – 2486/68 AVTAG	Recomandări I.A.T.A.		GOST 10227 – 62			GOST 12308 – 66		STAS 5639 – 67
		Jet A	Jet A1	Jet B					T 1	TS 1	T 2	T 6	T 7	
1.	Densitate, minimum la 15°C	0,7753	0,7753	0,7507	0,775	0,751	0,775	0,751	0,800	0,775	0,775	0,840	0,775	0,795
	Densitate, maximum la 15°C	0,8299	0,8299	0,8017	0,825	0,802	0,825	0,802	—	—	—	—	—	—
2.	Distilare, °C													
	temperatură inițială, maximum	—	—	—	se notează		—	—	150	150	min. 60	max. 195	150	150
	10% distilă, maximum	204,4	204,4	—	— se notează		204	—	175	165	145	220	165	175
	20% distilă, maximum	—	—	143,3	200	143	—	143	—	—	—	—	—	—
	50% distilă, maximum	232,2	232,2	187,8	232	188	232	188	225	195	195	225	195	225
	90 % distilă, maximum	—	—	243,3	—	243	—	243	270	230	250	290	230	270
	temperatura finală	287,8	287,8	—	288	—	288	—	280/98%	280/98%	280/98%	315/98%	250/98%	280/98%
	Reziduu de distilare, % maximum	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	—	—	—	—	—	—
	Pierderi de distilare, % maximum	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	—	—	—	—	—	—
3.	Presiunea de vapori, mm Hg	—	—	—	—	—	—		—	—	400	—	—	—
4.	Inflamabilitate °C, minimum	43,3	43,3	—	97,8	—	37,8	—	30	28	—	—	28	30
5.	Temperatura de cristalizare °C, maximum	−38	−48	−49	−50	−58	−50	−50	−60	−60	−60	−60	−60	−60
6.	Viscozitatea în cSt la :													
	+20,0°C, minimum	—	—	—	—	—	—	—	1,50	1,25	1,05	max. 4,5	1,25	1,50
	− 17,8°C, maximum	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—
	−34,4 °C, maximum	15	15	—	15	—	15	—	—	—	—	—	—	—
	− 40,0 °C, maximum	—	—	—	—	—	—	—	16	8	6	60	8,0	16
7.	a) Gume potențiale după 16 ore, mg/100 cm³, maximum	14	14	14	14	—	14	14	—	—	—	—	—	—
	b) Gume actuale, mg/100 cm³, maximum	—	—	—	7	7	7	7	6	5	5	6	4	6
8.	Cenușă, % maximum	—	—	—	—	—	—	—	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
9.	Căldura de ardere, kcal/kg, minimum	—	—	—	—	—	—	—	10 250	10 250	10 250	10 300	10 300	10 250
10.	a) Cifra luminometrică, minimum sau	45	45	50	45	—	45	45	—	—	—	—	—	—
	b) Punct de fumegare, mm, minimum sau	25	25	—	25	—	25	—	20	25	25	20	25	20
	c) Indice de fumegare și de volatilitate	—	—	54	—	54	—	54	—	—	—	—	—	—
11.	Conținut în hidrocarburi aromatice, % maximum	20	20	20	20	25	20	20	20	22	22	10	22	20
12.	Conținut în hidrocarburi olefinice, % maximum	—	—	−5	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—
13.	Cifra de iod, g iod/100 g, maximum	—	—	—	—	—	—	—	2	3,5	3,5	1,0	0,5	2

CONTINUARE DIN TABELA 2

14.	a) Aciditate totală, mgKOH/g, maximum	0,1	0,1	0,1	0,1	—	0,10	0,1	—	—	—	—	—	—
	b) Aciditate organică, mg KOH/g, maximum	—	—	—	—	—		—	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,7
	c) Aciditate minerală	—	—	—	lipsă	lipsă	lipsă	—	—	—	—	lipsă	lipsă	lipsă
15.	Sulf, % maximum	0,3	0,3	0,3	0,20	0,4	0,2	0,2	0,1	0,25	0,25	0,05	0,05	0,1
16.	Sulf mercaptanic, % maximum sau Doctor Test	0,003 negativ	0,003 negativ	0,003 negativ	0,001 negativ	0,001 negativ	0,001 negativ	0,001 negativ	— —	0,005 —	0,005 —	lipsă —	0,01 —	— negativ
17.	Hidrogen sulfurat	lipsă	lipsă	lipsă	—	—	—	—	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă
18.	a) Coroziune pe lama de cupru 3 ore la 50°C, maximum	nr. 1	nr. 1	—	—	—	—	—	rezistă	rezistă	rezistă	—	—	rezistă
	b) Coroziune pe lama de cupru 2 ore la 100°C, maximum	—	—	nr. 1.	nr. 1	nr. 1	nr. 1 b	nr. 1	—	—	—	rezistă 3 ore		—
	c) Coroziune pe lama de argint, maximum	—	—	—	1	—	deschis	deschis	—	—	—	—	—	—
19.	Conținut în apă și impurități mecanice	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	lipsă	lipsă	lipsă
20.	Reacția la apă, schimb volum, cm^3, maximum	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
21.	Indicele de separare a apei, minimum	—	—	—	85	85	—	—	—	—	—	—	—	—
22.	Stabilitate termică :													
	a) În condiții de temperatură între 148,9—204,4°C :													
	— modificarea presiunii după 5 ore, mm Hg	304	304	304	76	76	76	76	—	—	—	—	—	—
	— depuneri în preîncălzitor, maximum	3	3	3	3	3	3	3	—	—	—	—	—	—
	b) În condiții statice la 150°C, timp de 5 ore :													
	— sediment insolubil, mg/100 ml, maximum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	6	—
	— rășini insolubile în combustibil	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	lipsă	—	—
	— rășini solubile în combustibil	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	se notează	—	—
	c) La temperatura de 150°C, timp de 4 ore	—	—	—	—	—	—	—	18	12	14	—	—	—
23.	Viteza finală de filtrare, l/min, minimum	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—	—	—	—
24.	Conținut în cupru, p.p.m., maximum	—	—	—	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—

conținutul de sediment și de rășini insolubile în combustibil, precum și cel de rășini solubile.

Specificațiile de calitate ale combustibililor pentru turboreactoare au suferit importante modificări determinate de domeniul de utilizare și de condițiile de exploatare (civile și militare). Ele sînt impuse de constructorii de motoare, pentru a asigura o eficiență maximă transporturilor aeriene cît și siguranță în exploatare.

În tabela 2 sînt redate caracteristicile fizico-chimice prevăzute în diferite specificații de calitate, precum și recomandările Asociației Internaționale pentru Transporturi Aeriene — IATA (International Air Transport Association) — Secția de îndrumare pentru calitatea combustibililor.

Pentru obținerea acestor caracteristici, pe unele aeroporturi internaționale, marile firme s-au asociat, folosind fiecare componenți avuți la dispoziție și mijloacele de depozitare și de alimentare comune; sistemul este cunoscut sub numele de Joint Fueling Sistem Check.

Din tabela 2 se desprind tendințele actuale și de viitor ale calității combustibililor tip „petrol fracțiune îngustă", destinați turbomotoarelor de avion. Aceste tendințe reflectă preocuparea pentru realizarea combustibililor respectivi, care să corespundă în special următoarelor condiții de calitate;

— conținutul în sulf mercaptanic de maximum 0,001% sau în cazul în care proba Doctor este negativă această determinare fiind eliminată;

— aciditatea totală de maximum 0,1 mg KOH/g.

— calitatea de combustie se exprimă printr-una dintre caracteristici: cifra luminometrică de minimum 45 sau punctul de fumegare, de minimum 25 mm sau punctul de fumegare de minimum 20 mm și conținutul de naftalene de maximum 3% volum.

Totodată se impun controlul stabilității termice cu aparate și prin metode care reproduc condițiile de exploatare (ASTM D 1660—67), precum și controlul substanțelor tensioactive (surfactanți) care se evidențiază prin caracteristicile: reacția cu apă și indicele de separare a apei.

În afară de acestea, constructorii turbomotoarelor de avion limitează conținutul în microimpurități metalice și, în special, conținutul în sodiu la valoarea de 0,1 p.p.m., în vanadiu de 0,1 p.p.m. în cupru, de 0,15 p.p.m., precum și conținutul în calciu, plumb, nichel, zinc, fier etc.

În ceea ce privește temperatura de cristalizare, specificațiile ASTM D 1655—67 și RD 2494/68 prevăd valori diferențiate între —38 și maximum — 50°C.

Controlul caracteristicilor menționate se face prin metode moderne (precise și reproductibile), iar cel al microimpurităților — prin metode spectrografice.

În țara noastră, combustibilii pentru turboreactoare se realizează prin amestecarea fracțiunilor petroliere de distilare primară, avînd temperatura de fierbere cuprinsă între 150—280°C, și ale căror caracteristici fizico-chimice contribuie la realizarea celor din STAS 5639—67. În funcție de calitatea țițeiului supus prelucrării, în unele cazuri se poate obține, dintr-o singură fracțiune, combustibilul care să îndeplinească caracteristicile fizico-chimice impuse de specificațiile de calitate.

Combustibilii pentru turboreactoare obținuți din țițeiurile extrase din țara noastră au fost studiați sub diferite aspecte, așa cum rezultă din marele număr de lucrări publicate [5, 6, 7, 8] principalele proprietăți fizico-chimice fiind redate în tabela 3.

Randamentul în combustibil tip „petrol fracțiune îngustă" este cuprins între 10,2 și 27,7% în cazul țițeiurilor parafinoase, între 10,6 și 24,7%, în cazul țițeiurilor semiparafincase, și între 13,9 și 30%, în cazul celor naftenice.

TABELA 3

Denumirea caracteristicii	Natura țițeiului		
	parafinos	semiparafinos	naftenic
Densitatea	0,7679—0,806	0,7930—0,8104	0,809—0,8356
Temperatura de început de cristalizare, °C	—54... —74	—54... —70	—60... —80
Viscozitate, cSt — la 20°C — la — 50°C	 1,14—1,57 5,34—9,95	 1,24—1,62	 1,66— 1,96 7,38—16,8
Punct de inflamabilitate, °C	24—43	34—41	
Conținut în aromatice, %	13—24	23—25	9—36
Putere calorifică inf., kcal/kg	10.330—10.429	10.317—10.362	10.325—10.750
Cifra de iod, g iod/100 cm^3	—	0,18—0,50	—
Sulf, %	0,015—0,092	0,03—0,06	—

Din tabela 3 rezultă că pentru fabricarea combustibilului pentru turboreactoare ale cărui caracteristici principale trebuie să se încadreze în STAS 5639—67 respectiv GOST 10227—62 (tabela 2), este necesară o selecționare a țițeiului, operației care implică mari greutăți în depozitarea, în transportul și în prelucrarea acestuia, în special în prezent, cînd cerințele cantitative de combustibili sînt din ce în ce mai mari.

Deoarece în dotarea aviației civile din țara noastră sînt cuprinse, pe lîngă avioanele IL 18, și avioanele BAC 1—11, a căror exploatare trebuie să țină seama de specificațiile de calitate impuse de firma constructoare și ținînd seama de faptul că pe noul aeroport Otopeni vor ateriza cele mai moderne avioane, industria de prelucrare a țițeiului din țara noastră este îndreptată spre calitatea recomandată de Asociația Internațională pentru Transporturi Aeriene — IATA (tabela 2).

Deși la prima vedere s-ar părea că problemele fundamentale de calitate rămîn aceleași, totuși recomandările IATA prezintă caracteristici ce pot schimba preocupările tehnologice de selecționare și de prelucrare a țițeiurilor din țara noastră.

Astfel, realizînd temperatura de cristalizare la —50°C (în loc de — 60°C) și o densitate cuprinsă în limitele 0,775 și 0,805, în loc de minimum 0,795, se creează posibilitatea de a folosi aproape totalitatea țițeiurilor parafinoase extrase din țara noastră, exceptînd pe acelea care au un conținut mai ridicat în hidrocarburi aromatice. În condițiile de calitate ale combustibilului pentru turbomotoare de avion, aceste modificări atrag după ele posibilitățile de îmbunătățire a principalelor proprietăți fizico-chimice, ca, de exemplu: înălțimea flăcării fără fum, stabilitatea termică, conținutul de aromatice etc. Totodată, lărgirea gamei de materii prime parafinoase atrage după sine îmbunătățirea condițiilor tehnologice de rafinare, evidențiată prin reducerea ratiei de acid sulfuric utilizat la rafinare, prin eliminarea surfactanților ce apar la neutralizarea cu hidroxid de sodiu a combustibililor proveniți din țițeiuri naftenice, fără a fi nevoie de spălări repetate cu apă rece etc.

TABELA 4

Nr. crt.	Denumirea caracteristicii	Condiții de admisibilitate	Metoda de analiză
1.	Densitatea la 15°C	0,775—0,825	STAS 35-58
2.	Distilare °C, maximum		STAS 36-67
	— temperatura inițială	Se notează	metoda IV
	— 10% vol. distilă pînă la	204	
	— 20% vol. ,, ,, ,,	Se notează	
	— 50% vol. ,, , ,,	232	
	— 90% vol. ,, ,, ,,	Se notează	
	— temperatura finală	288	
	— reziduu, % maximum	1,5	
	— pierderi la distilare, % maximum	1,5	
3.	Inflamabilitate, M.P., minimum	30	STAS 5689-56
4.	Temperatura de cristalizare, °C, maximum	—50	ASTM-D-2389-67
5.	Viscozitate, cSt.: — la 20°C, minimum	1,25	STAS 117-67
	— la —34,5°C maximum	15,0	
6.	Gume, mg/100 cm³, maximum		
	— potențiale	14	ASTM D 873-65
	— actuale	7	ASTM D 381-64
7.	Puterea calorifică, kcal/kg, minimum	10 250	STAS
8.	Punct de fumegare, mm, minimum	20	STAS 7581-66
9.	Conținut de hidrocarburi, % maximum		STAS 7508-66
	— aromatice	20	
	— olefinice	5	
10.	Aciditate — totală, mgKOH/g, maximum	0,1	STAS 23-68
	— normală	lipsă	STAS 22-64
11.	Sulf total, % maximum	0,1	STAS 119-69 metoda lămpii
12.	Sulf mercaptanic, % maximum	0,001	STAS 8042-67
	sau proba Doctor	negativ	STAS 47-49
13.	Coroziunea:		
	— pe lama de cupru, 2 ore la 100°C	nr. 1	STAS 40-61 metoda 1
	— pe lama de argint, maximum	nr. 1	I.P. 227-67
14.	Reacția cu apă, schimbarea volumului, ml maximum	1	ASTM D 1094-67
15.	Stabilitatea termică:		ASTM D 1660-67
	— modificarea presiunii după 5 ore, mm Hg, maximum	76	
	— depuneri în preîncălzitor, maximum	3	
16.	Conținutul de cupru, în p.p.m., maximum	0,15	STAS 8161-68
17.	Conținutul de sodiu, în p.p.m., maximum	0,1	STAS 7331-65
18.	Conținutul de vanadiu, în p.p.m., maximum	1	STAS

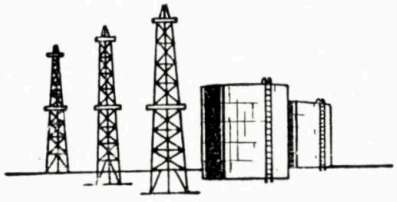
Îndepărtarea compușilor mercaptanici pînă la limitele admise de maximum 0,001% sau realizarea probei Doctor negativă precum și reducerea conținutului de microimpurități de orice natură se poate realiza, în condiții avantajoase prin folosirea unor procedee adecvate de rafinare și de purificare, atît în rafinării, cît și pe aeroporturile internaționale din țara noastră.

Ținînd seama de recomandările Asociației Internaționale pentru Transporturile Aeriene —IATA, precum și de materiile prime pe care rafinăriile le au la dispoziție, combustibilul pentru turboreactoare poate fi fabricat în țara noastră cu proprietățile fizico-chimice redate în tabela 4.

De asemenea, poate fi respectat conținutul în vanadiu de maximum 0,1 p.p.m., de sodiu de maximum 0,1 p.p.m., precum și de cupru de 0,15 p.p.m., solicitat de constructorii de avioane.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * U. S. Jet Fuel 19 billion gallons in 75 — Air transport World, febr. 1969.
2. Ragozin, A. N. Combustibili pentru motoare cu reacție, București, Ed. tehnică, 1962.
3. Jones, J. Efect of Aerodynamic Heating of Fuels System. În : SAE — Trans., **63**, 1963.
4. * * * Termal Stability of Turbim Fuels. În : SAE j., **63**, nr. 12, 1955.
5. Popescu, P., Pimsner, V. și Vasilescu, A. Contribuții la studiul și fabricația combustibililor pentru turbomotoare de avion, București, 1955.
6. Rădulescu, A. G. Studiul monografic al țițeiurilor din România. În : Petrol și Gaze, **13**, nr. 8, 1962, p. 270.
7. Rădulescu, G. A. Proprietățile țițeiurilor românești. Ed. Academiei, 1961.
8. Pimsner, V., Vasilescu, C. A. și Rădulescu, G. A. Energetica turbomotoarelor cu ardere internă, București, Ed. Academiei.



Clasificarea metodelor cromatografice aplicate uleiurilor minerale

Valeria Teodorescu

Alături de metodele fizico-chimice şi structurale folosite în analitica uleiurilor minerale, de mai mulţi ani se utilizează în acest scop cromatografia de adsorbţie solid-lichid.

Aplicarea metodei cromatografice este preferată, deoarece este eficace pentru separarea amestecurilor complexe, cum sînt uleiurile. Metoda se aplică aproape în toate cazurile la temperatura mediului ambiant şi, deci, nu modifică structura constituenţilor pe care îi separă. După cum rezultă din schema din figura 1, prin această metodă, o dată cu separarea uleiului în clase şi cu grupele de compuşi se obţin fracţiuni ce pot fi analizate.

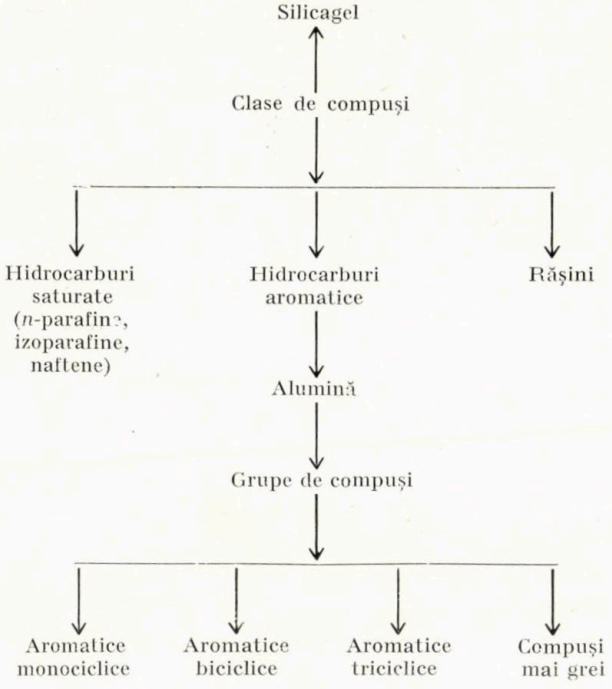


Fig. 1. Separarea cromatografică a unui ulei.

În lucrarea de faţă se face o clasificare a metodelor şi, pe cît posibil, o grupare a celor cu elemente comune. Se prezintă totodată diferite cazuri de aplicare a metodelor cromatografice la analiza uleiurilor. Clasificarea propusă constituie un mijloc de orientare rapidă asupra metodelor cromatografice care pot fi aplicate şi permite, deci, alegerea metodei potrivite pentru cercetarea compoziţiei uleiurilor. De menţionat că s-a mai propus o clasificare a metodelor cromatografice de analiză aplicabile şi la uleiuri, bazată însă numai pe natura eluenţilor [28].

Elementul principal utilizat pentru separare este coloana, care se confecţionează din sticlă şi în rare cazuri din metal. La partea inferioară coloana are uneori un robinet, iar la cea superioară are totdeauna un rezervor pentru introducerea probei şi a eluenţilor. Unele coloane sînt prevăzute cu o manta pentru termostatare, iar altele cu un dispozitiv de colectare şi de îndepărtare a eluenţilor din fracţiuni. Dimensiunile coloanelor utilizate sînt foarte diferite, variind de la o metodă la alta. În general, lungimea este cuprinsă între 1 şi 19 m, iar diametrul între 0,6 şi 6 cm.

Pentru urmărirea delimitării fracţiunilor în clase şi în grupe de compuşi se foloseşte indicele de refracţie. În scopul caracterizării finale a acestora se recurge la absorbţia în ultraviolet şi în infraroşu, la spectrometria de masă şi la rezonanţa magnetică nucleară.

În cromatografia uleiurilor se foloseşte un număr restrîns de adsorbenţi, cei mai uzuali fiind silicagelul şi alumina. Comparativ cu adsorbenţii, numărul eluenţilor întrebuinţaţi în diversele metode este mai mare. Cei mai folosiţi sînt : eterul de petrol, *n*-heptanul, izooctanul, tetraclorura de carbon, benzenul, eterul etilic, acetona, amestecul de alcool etilic-benzen.

În coloana umplută cu adsorbent şi umezită cu primul solvent de eluţie (eterul de petrol) se transvazează cantitativ uleiul diluat în solventul de umezire. Acesta se adaugă în continuare în coloană pînă cînd se elueză complet hidrocarburile saturate (*n*-parafine, izoparafine şi naftene). Verificarea se face prin determinarea indicelui de refracţie la porţiuni mici de eluat de la baza coloanei. În momentul în care se ajunge la indicele de refracţie al eluentului pur, se adaugă în rezervorul coloanei un solvent cu capacitate de eluţie mai mare (benzenul), care elueză hidrocarburile aromatice (mono-, bi-, triciclice, compuşi mai grei). După eluţia completă a aromaticelor, verificată prin indicele de refracţie, în coloană se adaugă un desorbent (alcool-benzen), care se adsoarbe mai puternic decît ceilalţi componenţi ai uleiului reţinuţi de adsorbent (răşinile), deplasîndu-i la baza coloanei, de unde sînt apoi colectaţi. (Compuşii cu heteroatomi-oxigen, sulf, azot — se repartizează probabil mai ales în răşini şi în măsură mai mică în hidrocarburile aromatice).

Alegerea aparaturii şi a metodei cromatografice depinde de natura uleiului care se cercetează, precum şi de compoziţia şi de proprietăţile adsorbenţilor şi ale eluenţilor ce se folosesc. În afară de metodele devenite clasice, există studii asupra principiilor de eluţie cromatografică [20], asupra influenţei naturii adsorbentului şi a raportului dintre adsorbent şi probă [11], asupra înălţimii zonei de adsorbţie corelată cu lungimea şi cu diametrul coloanei, precum şi în legătură cu căldura de adsorbţie din coloana cromatografică [21, 22]. Într-un studiu asupra eficacităţii de separare în cromatografia de adsorbţie solid-lichid [43] se ia în considerare valoarea înălţimii echivalente unui taler teoretic, care este corelată cu variabilele de separare (volumul de reţinere a probei, mărimea coloanei, tipul de adsorbent, activitatea adsorbentului, mărimea particulei adsorbentului, tipul solventului, viteza de curgere a solventului, procedeul de umplere a coloanei şi diametrul coloanei).

Clasificarea metodelor cromatografice

Clasificarea propusă a metodelor cromatografice aplicate la determinarea compoziţiei uleiurilor minerale se face după cinci criterii mai importante redate în figura 2, astfel:

1. După tehnica de operare sau modul de alimentare a coloanei şi de colectare a eluentului, metodele se pot împărţi în două categorii :

A. Eluenţii se introduc succesiv în coloană, în aşa fel, încît fiecare să evacueze în întregime o clasă anumită de compuşi, colectîndu-se volume strict determinate de eluat. În acest mod de lucru se încadrează, în general, metodele analitice propriu-zise [41].

B. Produsele supuse separării se eluează cu un solvent determinat, pînă cînd se ajunge să filtreze din coloană eluentul pur. În acest moment se introduce în coloană un solvent cu capacitate de eluţie mai mare. Clasele principale de compuşi pot fi colectate global sau în mai multe fracţiuni mici. Colectarea fracţiunilor mici se face fie la intervale determinate de timp [45, 47], fie prin colectarea unor volume egale de eluat [27, 29]. Modul de lucru din urmă este cel mai folosit.

2. După dimensiunea coloanei, metodele pot fi grupate în două categorii :

C. Metode care utilizează coloane pînă la 3 m.

D. Metode care folosesc coloane mai lungi. Astfel, pentru obţinerea unor separări de mare eficacitate, s-a utilizat o coloană de 19 m [2, 25]. În scop preparativ s-a întrebuinţat o coloană de 18 m [16]. De asemenea, rafinarea industrială a uleiurilor prin procedeul cromatografic a impus utilizarea unor coloane mari [44].

3. După gradul de separare a uleiului, metodele se pot împărţi în două categorii principale :

E. Separarea uleiului se face numai în clase de compuşi [13, 41 şi 48].

F. Separarea se face în clase şi în grupe de compuşi. Aceste metode se pot diviza în două subcategorii :

F_1. Se utilizează o singură operaţie de separare pe silicagel [10, 29—40] sau pe alumină [26, 42].

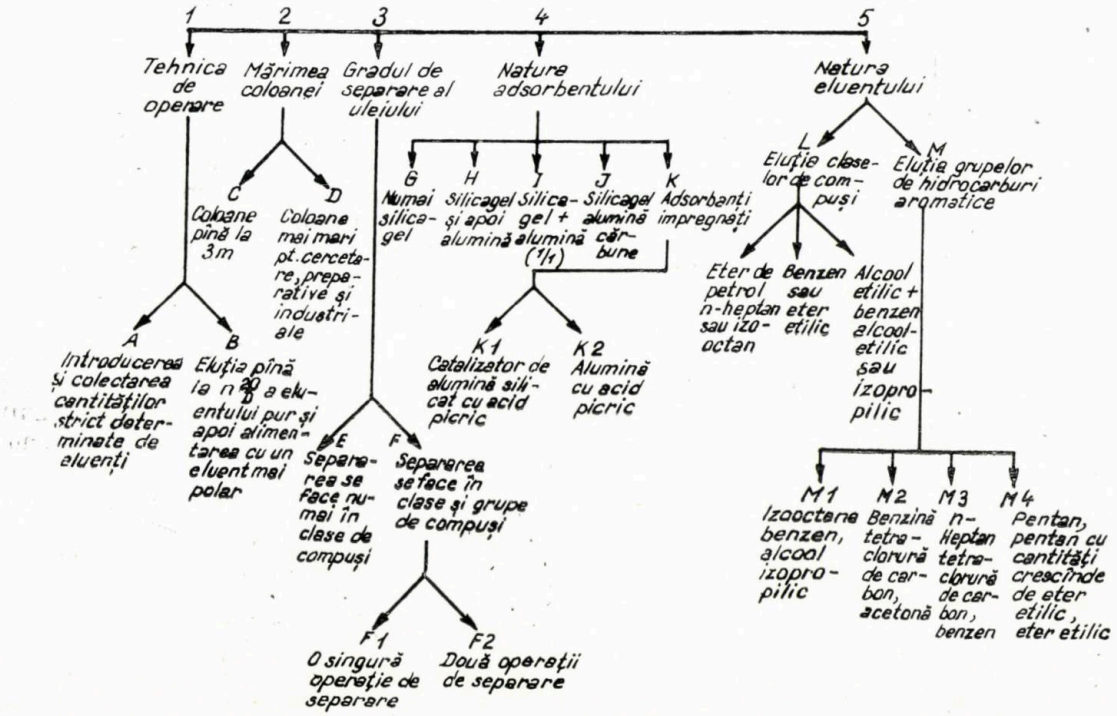


Fig. 2.

F_2. Se aplică două operații de separare : inițial uleiul se separă în clase de compuși pe silicagel și apoi hidrocarburile aromatice în grupe de compuși pe alumină [12, 25].

4. După natura adsorbentului utilizat, se cunosc metode care folosesc :

G. Silicagelul ca adsorbent [27, 29—40], chiar și pentru separarea compușilor aromatici în grupe.

H. Silicagelul și apoi alumina [2, 12, 25], pentru separarea hidrocarburilor în clase și în grupe de aromatice mono-, bi- și triciclice.

I. Silicagel + alumină (1/1) în amestec omogen [11] cu efecte mai bune de separare a aromaticelor de fracțiunea saturată.

J. Cărbune, alumină și silicagel în aceeași coloană, cu eficacitate mare asupra separării fracțiunii saturate [17].

K. Adsorbenți impregnați cu acid picric, cu care hidrocarburile aromatice formează complecși reversibili. Aceste metode se pot subdiviza în :

K_1. Catalizator de alumino-silicat cu acid picric, în scopul preparării hidrocarburilor aromatice cît mai pure, pentru a putea fi analizate spectral [3].

K_2. Alumină impregnată cu acid picric, tot pentru separarea hidrocarburilor aromatice [24].

5. Natura eluentului. Anterior s-au enumerat cîțiva solvenți uzuali, folosiți la eluția și desorbția componenților uleiurilor. După utilitate, eluenții se împart în două categorii :

L. Pentru eluția claselor de compuși.

M. Pentru eluția grupelor de hidrocarburi aromatice.

În cazul separării uleiului numai în clase de compuși, eluția hidrocarburilor saturate se face, în general, cu aceeași solvenți sau cu cei care se deosebesc puțin după capacitatea lor de eluție. Astfel, în majoritatea metodelor se folosește eterul de petrol [27, 29—41], în altele *n*-heptanul [13, 26, 45—47] și în mai puține izooctanul [11, 16, 25]. Hidrocarburile aromatice, aproape în toate metodele, sînt eluate cu benzen, iar în unele metode [8, 9, 12] se utilizează în acest scop eterul etilic. Pentru eluția rășinilor în general, se utilizează amestecul alcool-etilic-benzen și, mai rar, numai alcoolul etilic sau izopropilic.

Metodele care separă hidrocarburile aromatice după numărul de cicluri se deosebesc mai mult în privința eluenților utilizați. Se exemplifică patru metode reprezentative, care folosesc :

M_1. Izooctenele, apoi benzenul și la urmă alcoolul izopropilic [2, 25].

M_2. Benzina, tetraclorura de carbon, acetona [3].

M_3. *n*-Heptanul, tetraclorura de carbon, benzenul [24].

M_4. Pentanul, pentanul cu cantități crescînde de eter etilic și, în final, eterul etilic singur [12].

La alegerea eluenților trebuie luate în considerație seriile eluotropice existente [23].

Aplicarea metodelor cromatografice

În cele ce urmează se prezintă cazuri de aplicare a metodelor cromatografice pentru analiza și cercetarea compoziției uleiurilor. Într-unul din cazuri, cromatografia a servit la studiul extracției cu fenol a unui ulei de motor, una din condițiile extracției fiind sistematic variată [48]. O metodă analitică [27] care caracterizează și fracțiunile separate s-a aplicat la examinarea uleiurilor brute de la 350 pînă la 550°C, a rafinatelor cu acid sulfuric și la rafinatele și extractele de la rafinarea selectivă. Tot o astfel de metodă [13] s-a folosit la sortarea uleiurilor pentru prepararea unsorilor de calitate superioară ; s-au examinat uleiuri de fuse, distilate de uleiuri minerale și uleiuri sintetice pentru motoare.

O metodă semimicro [8] s-a aplicat la analiza unor uleiuri libere de olefine, pentru greutăți moleculare pînă la 650. Cu această metodă s-au urmărit modificările de compoziție care au loc în motoare, în transformatoare și în pile atomice. O altă metodă semimicro [41] s-a aplicat la examinarea uleiurilor ca atare, aditivate și uzate. Fracțiunile separate au fost analizate în infraroșu. Metoda este destinată, în special, urmăririi modificărilor structurale ale uleiurilor după îmbătrînire.

Cu unele metode se obține o separare detaliată a claselor și a grupelor de compuși (chiar indivizi chimici), precum și o caracterizare amănunțită a fracțiunilor. În acest scop, de cele mai multe ori se fac separări preparative. O astfel de metodă [2, 25] a servit la cercetarea unui ulei lubrifiant ușor. Separarea a fost atît de bine făcută, încît fracțiunile caracterizate și reprezentate grafic dau vîrfuri bine conturate pentru hidrocarburile aromatice mono-, bi- și triciclice. Prin tratare cu uree, din hidrocarburile saturate s-au izolat *n*-parafinele. Acestea au fost supuse distilării în vid, obținîndu-se mai multe fracțiuni, care la rîndul lor au fost fracționate prin cristalizare, obținîndu-se parafine individuale C_{18}—C_{25}. Un ulei de reciclu [17] a fost separat pe o coloană umplută cu cărbune activ, alumină și apoi cu silicagel. După caracterizarea fracțiunilor prin metode obișnuite și prin spectrul în infraroșu și ultraviolet, s-au determinat hidrocarburile izoparafinice, naftenice și aromatice. Pe baza metodei cromatografice [45—47] s-au găsit relații între viteza de percolare și caracteristicile fizico-chimice (indicele de refracție, densitate, greutate moleculară) ale fracțiunilor eluate, între viteza de percolare și compoziția structurală și între constanta viscozitate-densitate și compoziția structurală.

Utilizarea silicagelului impregnat cu trinitrobenzen, trinitrotoluen sau trinitrofenol (acid picric) la analiza hidrocarburilor aromatice din uleiuri [19] a permis obținerea unor fracțiuni omogene. Adsorbenții impregnați cu acid picric, cum este cazul unui catalizator de aluminosilicat, cu care hidrocarburile aromatice formează complecși reversibili [3], au dat rezultate bune la separarea uleiurilor ușoare. Alumina impregnată cu acid picric [24] a servit la o caracterizare suficient de adîncă a uleiurilor prin determinarea coeficienților de extincție în spectrul ultraviolet. S-au obținut astfel benzi de absorbție caracteristice pentru grupele de hidrocarburi aromatice mono-, bi- și triciclice. După separarea pe silicagel și apoi pe alumină, fracțiunile de hidrocarburi aromatice dintr-un ulei electroizolant au fost analizate spectral [12]. Absorbția în ultraviolet a decelat fracțiunile de trecere de la o grupă la alta, determinîndu-se gradul de contaminare reciprocă a hidrocarburilor aromatice, mono-, bi- și triciclice. Cu ajutorul spectrometriei de masă s-au determinat unele greutăți moleculare de la 206 pînă la 346.

O separare detaliată pe alumină neimpregnată și o caracterizare amănunțită a fracțiunilor [42] s-a efectuat asupra fracțiunilor de țiței cu puncte de fierbere de la 215 pînă la 537°C. O metodă similară a servit la caracterizarea materiilor prime necesare fabricării negrului de fum [26].

Aprecierea rezistenței la oxidare a unui ulei distilat a impus separarea acestuia în cinci componenți: hidrocarburi saturate (I), aromatice monociclice (II), aromatice biciclice (III), aromatice triciclice (IV) și rășini [4]. Stabilitatea la oxidare a fost în ordinea: II > III > IV > I; mici cantități de II, III sau IV în I întîrzie oxidarea acestuia. Pentru caracterizarea amănunțită a rafinatului, a extractului și a uleiului deparafinat din distilatul (420—480°C) țițeiului de Tuimazin [7], s-a folosit separarea cromatografică preparativă, care a permis și determinarea viscozității fracțiunilor. Compararea cromatogramelor unor uleiuri rafinate cu acid, cu ale altora rafinate selectiv, arată deosebirile esențiale în structura lor [9]. În privința deosebirilor structurale dintre uleiurile proaspete și cele uzate, la acestea din urmă se constată creșterea conținutului de rășini. De asemenea, analiza structurală arată că în fracțiunile cromatografice ale uleiurilor uzate, numărul mediu de cicluri în moleculă scade. În vederea găsirii unui mijloc pentru obținerea unei parafine microcristaline [15], gaciul dezuleiat a fost cristalizat fracționat la + 20°C și la temperaturi mai joase. Cristalizatul de la + 20°C s-a separat de silicagel pe o coloană termostatată. S-a găsit că prima fracțiune de parafină microcristalină eluată cu *n*-heptan are formula brută $C_{49,7}H_{100,4}$. Separarea prin adsorbție s-a aplicat, de asemenea, la evaluarea țițeiurilor, în scopul obținerii uleiurilor lubrifiante [1, 5, 6, 14, 18, 29—40].

În rezumat, metoda cromatografică este utilă în scop analitic, preparativ sau de cercetare și are multe aplicații practice: sortarea țițeiurilor, cunoașterea naturii chimice a materiilor prime ce urmează a fi prelucrate, evaluarea unor fracțiuni de uleiuri cu proprietăți lubrifiante, urmărirea modificărilor în structura uleiurilor după întrebuințare, separarea și studierea constituenților uleiului după rezistența lor la oxidare, urmărirea proceselor de rafinare acidă și selectivă a uleiurilor, analiza detaliată a produselor petroliere grele.

BIBLIOGRAFIE

1. Abdou, I., El-Bardavy, S. și Taman, A. În: J. Inst. Petrol, **53**, nr. 521, 1967, p. 201.
2. * * * ASTM Special Technical Publication No. 224, Symposium on composition of petroleum oils. Philadelphia 3, Pa, 1958.
3. Balint, T. În: Acta Chem. Acad. Sci., Hung., **31**, nr. 1—3, 1962, p. 17.
4. Baxa, I. și Václav, V. În: Chem. Tech., **14**, nr. 5/6, 1962, p. 278.
5. Borham, M. A. și Mustafa, A. În: J. Inst. Petrol. **48**, nr. 456, 1961, p. 383.
6. Borham, M. A. și Mustafa, A. În: J. Inst. Petrol **48**, nr. 457, 1962, p. 18.
7. Bornemann, P., Finke, M. și Heinze, G. În: Chem. Techn., **14**, nr. 5/6, 1962, p. 292.
8. Brook, B. M. și Whitham, B. T. În: J. Inst. Petrol., **44**, nr. 415, 1958, p. 212.
9. Cerchez, V. și Bartoi, A. În: Studii și cercetări de chimie. Ed. Academiei R.P.R. București. Extras 1, anul VIII, 1960, p. 115.
10. Cerchez, V. și Teodorescu, V. Schmierstoff und Schmierungstechnik, **4**, nr. 5, 1967, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie.
11. Cernojucov, I. N., Kazakova, L. P. și Scegrova, K. A. În: Neft i gaz, **3**, nr. 5, 1960, p. 93.
12. Dörnenburg, E. și Serboli, G. În: Brown Boweri, **49**, nr. 11—12, 1962, p. 590.
13. Eckard, H. și Rehbein, E. În: Freiberger Forschungsh A. 164, 1960, p. 138.
14. El-Bardawy, S. În: J. Prakt. Chem., **33**, nr. 3—4, 1966, p. 113.
15. El-Bardawy, S. și Heinze, G. În: J. Prakt. Chem., **33**, nr. 5—6, 1966, p. 225.
16. Finke, M. și Heinze, G. În: Chem. Techn., **14**, nr. 5,—6, 1962, p. 292.
17. Fuchs, W. și Nettesheim, G. În: Erdöl und Kohle, nr. 6, 1957, p. 362.
18. Furby, N. W. În: Anal. Chem., **22**, nr. 7, 1950, p. 876.
19. Godlewicz, M. În: Nature, **164**, dec. 1949, p. 31.
20. Irish, G. E. și Karbum, A. C. În: Anal. Chem. **26**, nr. 9, 1954, p. 1 445.
21. King, P. J. și Chambers, L. E. În: J. Inst. Petrol., **51**, nr. 504, 1965, p. 401.
22. King, P.J. și Ibbotson. J, În: Inst. Petrol., **51**, nr. 504, 1965, p. 408.
23. Lederer, E. și Lederer, M. Chromatographie. Elsevier Publishing Company Amsterdam-London-New Princeton, 1957.
24. Liebisch, G. și Eckardt, H. În: Z. Chem., **6**, nr. 10, 1966, p. 377.

5. Mair, B. J., Marculaitis, W. J. și Rossini F. D. În: Anal. Chem., **29**, nr. 1, 1957, p. 92.
26. Pavlovschi, M. În: Rev. Chim., București, **17**, nr. 8, 1966, p. 497.
27. Scharz, G. În: Erdöl und Kohle, nr. 9, 1957, p. 588.
28. Sergienko, S. R. În: Visokomolekul. Soedin. Nefti, Gostoptehizdat, Moscova, 1959.
29. Sergienko, S. R. și Mihnovskaia, A. A. În: Dokladî Akademii Nauk SSSR, **XCI**, nr. 1, 1953, p. 103.
30. Sergienko, S. R., Delone, N. O., Davidov, G. E. și Teterina, M. R. În: Trudî Instituta Neft, **IV**, 1954, p. 18.
31. Serginnko, S. R., și Mihnovskaia, A. A. În: Trudi Komissii po analiticeskoi himii, **VI**, (IX), 1955, p. 162.
32. Surgienco, S. R,, Delone, N. O., Davidov B. E. și Teterina, M. R. În: Trodi Instituta Nefti, **VI**, 1955, p. 71.
33. Sergienko, S. R., Bedov, J. A., Teterina, M. R., Delone, N. A. și Davidov, B. E., Trudî Komissii po analiticeskoi himii, **VI**, (X), 1955, p. 170.
34. Sergienko, S. R., Teterina, M. R. și Mihnovskaia, A. A. În: Trudi Instituta Nefti, **X**, 1957, p. 153.
35. Sergienko, S. R. și Gordaș, N. T. În: Trudî Instituta Nefti, **X**, 1957, p. 170.
36. Sergienko, S. R. și Mihnovskaia, A. A. În: Trudî Instituta Nefti, **X**, 1957, p. 18.
37. Sergienko, S. R. Semionov, R. A. și Davidov, B. E. În: Trudi Instituta Nefti, **X**, 1958, p. 65.
38. Sergienko, S. R., Lebedev, E. B. În: Trudî Instituta Nefti, **XII**, 1958, p. 117.
39. Sergienko, S. R. și Mihnovskaia, A. A. În: Trudî Instituta Nefti, **XII**, 1958, p. 137.
40. Sergienko, S. R., Gordaș, N. T. și Kusakov, M. M. În: Trudi Instituta Nefti, **XIII**, 1959, p. 97.
41. Spira, H. În: Erdöl und Kohle, nr. 1, 1960, p. 27,
42. Snyder, L. În: Anal. Chem., **37**, nr. 6, 1965, p. 713.
43. Snyder, L. În: Anal. Chem., **39**, nr. 7, 1967, p. 698.
44. Vamos, E. și Nyul, G. În: Chem. Techn., **9**. nr. 2, 1957, p. 72.
45. Versino, Carlo. În: Ann. Chim. (Rome), **53**, nr. 1—2, 1963, p. 136.
46. Versino, Carlo. În: Atti. Accad. Sci. Torino, Fisiche, Mat. Natur, **97**, 1963, p. 129.
47. Versino, C. În: Atti. Accad. Sci. Torino, Fisiche, Mat. Natur, **97**, 1963.
48. Watson, A. T. În: Anal. Chem., **24**, nr. 3, 1952, p. 507.

ȘTIRI DIN ÎNTREPRINDERI

Noi instalații și utilaje pentru industria petrolieră

Uzinele ce aparțin centralei industriale de utilaj petrolier din Ploiești obțin rezultate bune pe linia diversificării producției. La Uzina ,,1 Mai'' din Ploiești, cea mai mare unitate a centralei, a fost realizat prototipul instalației de forj F-125-2DH, care a întrunit aprecieri deosebite din partea specialiștilor din sectorul de foraj și s-a trecut la fabricația de serie a mai multor tipuri de sape de foraj corespunzătoare condițiilor de zăcămînt din România. Uzina mecanică din Cîmpina a introdus în producție o serie de noi tipuri de pompe pentru extracția țițeiului de la mari adîncimi. Produse noi, cu performanțe ridicate, s-au realizat și de către Uzina de utilaj petrolier—Tîrgoviște, Uzina ,,Neptun''—Cîmpina și Uzina metalurgică—Bacău.

O pondere importantă în producția centralei o reprezintă exportul. În luna decembrie 1969 a fost livrată la export cea de-a 1 000-a instalație românească de foraj pentru adîncimi cuprinse între 1 200 și 7 000 m.

De remarcat că circa 60% din producția Uzinei ,,1 Mai''—Ploiești este destinată exportului în 23 de țări. De asemenea, uzina de utilaj petrolier—Tîrgoviște și Uzina mecanică—Cîmpina au livrat o gamă variată de instalații pentru forajul la adîncimi mici și medii, pompe de adîncime, tije de pompare și capete de erupție. Calculul arată că numai în ultimii patru ani s-au trimis unor firme străine mai bine de 500 agregate de cimentare și prevenitoare de erupție de mare putere, precum și 10 000 t armături petroliere, scule și piese de schimb.

Activitatea Centralei industriale de utilaj petrolier din Ploiești se va intensifica în anul 1970. Astfel, Uzina ,,1 Mai'' va executa o nouă instalație de foraj care va fi utilizată la săparea sondelor de mare adîncime. O nouă instalație de foraj seismic, montată pe autocamion, va intra în fabricație în 1970 la întreprinderea din Tîrgoviște.

În același timp, unitățile din cadrul centralei vor acorda o atenție sporită ridicării performanțelor calitative ale unor utilaje aflate în producția de serie. Printre altele, se prevede modernizarea sistemului de etanșare a capetelor hidraulice de la instalațiile de foraj, a agregatelor de cimentare și a altor instalații pentru industria petrolieră.

Cercetare eficientă în sprijinul activității de producție

Dintre realizările obținute de colectivul Institutului de cercetări pentru forajul și extracția țițeiului, în ultimul timp, se remarcă determinarea — cu cinci trimestre mai devreme decît prevedea planul de stat — a cercetărilor privind tratarea sondelor și a țițeiurilor emulsionate cu substanțe tensioactive (ionice și neionice). În cadrul acestei lucrări s-a definitivat metoda de tratare a sondelor cu substanțe tensioactive neionice de fabricație românească, ținîndu-se seama de caracteristicile diferite ale formațiilor productive. Prin aplicarea în producție a rezultatelor cercetării se va obține un important plus de producție, se vor reduce importul și cheltuielile de producție.

Pentru extinderea exploatării prin combustia subterană s-a făcut o cercetare complexă într-una din schelele petroliere. De remarcat este faptul că procesul de combustie se desfășoară conform proiectului de exploatare, obținîndu-se în plus o producție de peste zece milioane lei. De asemenea, s-au încheiat numeroase studii de zăcămînt asupra tehnologiei de foraj, asupra fluidelor de foraj, pastelor de ciment, tehnologiei de extracție, de colectare, separare, tratare, înmagazinare și eroziune a țițeiului, apei și gazelor de extracție, studii legate direct de sarcinile planurilor anuale de producție.

În anul 1970, efortul de cercetare al instituției se va îndrepta în proporție de 90% spre rezolvarea problemelor de scurtă durată, cu eficacitate economică imediată. În același timp, temele de lungă durată se referă la realizarea de noi posibilități de perfecționare a forajului rotativ, a forajului de mare adîncime, mărirea factorului final de recuperare.

Prin aplicarea în producție a temelor cuprinse în planul de valorificare pe anul 1970, se vor obține importante efecte economice printre care se numără creșteri de producție de zeci de milioane lei, reducerea cheltuielilor de descoperire a rezervelor de hidrocarburi cu circa 10 000 000 lei ș. a.

Odorizarea gazelor

I. Dumitru

De mai bine de 100 de ani iluminatul oraşelor mari se face au ajutorul gazului produs prin distilarea huilei. În ultimele decenii, o dată cu descoperirea de zăcăminte mari de hidrocarburi lichide şi gazoase, gazele naturale şi cele de cracare rezultate din prelucrarea ţiţeiului s-au folosit atît pentru scopuri industriale cît şi casnice. Aceste gaze, spre deosebire de cele produse prin distilarea huilei, sînt nemirositoare sau slab mirositoare. Din cauza unor neetanşeităţi a instalaţiilor se pot produce accidente foarte grave. Pentru înlăturarea acestui inconvenient se aplică odorizarea.

Scopul odorizării gazelor este următorul:

— constatarea prezenţei gazelor în încăperi şi în locuinţe, pentru a putea preveni exploziile şi accidentele;

— identificarea locurilor de săpare a gazelor în reţelele de gaze, în echipamente şi în instalaţii tehnologice, în scopul reparării lor.

Despre intensitatea odorizării gazelor

În legătură cu perceperea şi cu măsurarea efectului odorizant al gazelor s-au stabilit unii termeni de apreciere a intensităţii mirosului. Măsurarea intensităţii efectului odorizant asupra simţului olfactiv al unui om cu capacitate normală de percepere a mirosului se face în mod subiectiv, întrucît omul are proprietatea de acomodare cu acest miros, putînd deveni, la un moment dat, insensibil la miros.

Pe baza experienţelor efectuate [1] s-au stabilit mai multe game de intensitate a efectului odorizant:

— fără miros;
— miros abia perceptibil;
— miros perceptibil;
— miros tare;
— miros foarte tare.

Limita inferioară a odorizării unei materii este considerată atunci cînd mirosul devine „perceptibil".

Unitatea de măsură a odorizării se exprimă în miligrame odorizant/Nm³ de aer. Prin capacitate de odorizare se înţelege inversul raportului dat, şi anume cîţi Nm³ de aer pot fi odorizaţi cu X mg odorizant, pentru ca mirosul să fie „perceptibil".

Intensitatea de odorizare se măsoară, în general, cu diferite tipuri de odorimetre, dintre care cel mai răspîndit în Europa este tipul „Gaz de France".

Produse odorizante

Gazele provenite din distilarea fracţionată a huilei au un miros specific, datorat unor produse rezultate din descompunerea huilei. Gazele naturale şi cele de cracare conţin componenţi cu efect odorizant de origină naturală „abia perceptibil". Pe plan mondial există în prezent dispoziţii legale care prescriu odorizarea artificială a gazelor folosite în gospodării pentru scopuri menajere. Odorizatorii artificiali de gaze trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

— să nu fie vătămători;
— să nu fie solubili în apă şi în gazele condensate;
— să fie foarte volatili, pentru a nu condensa nici chiar la temperaturi foarte joase şi la presiuni înalte;
— să fie stabili la temperaturi mari, pentru a nu produce depuneri;
— să fie chimic inactivi, pentru a nu intra în reacţie cu componenţii gazelor;
— să nu fie corosivi;
— pe cît posibil, să nu conţină sulf sau să conţină, în cantitate foarte mică;
— să ardă complet o dată cu gazul şi să nu producă miros neplăcut;
— pe cît posibil, să nu fie adsorbiţi de conducte, de instalaţii sau de sol;
— să aibă un miros tare, caracteristic;
— să fie perceptibil chiar într-o concentraţie foarte mică;
— simţul olfactiv uman să nu se poată obişnui cu mirosul;
— să se poată uşor amesteca cu gazul tratat;
— să nu fie scump.

Aceste condiţii sînt îndeplinite foarte bine de către mercaptani, sulfurile alifatice şi sulfurile ciclice. Caracteristicile fizice şi chimice ale celor mai importanţi compuşi folosiţi pentru odorizare sînt date în tabela 1.

Mercaptanii se fabrică pe cale sintetică sau se obţin în rafinării din ţiţeiurile sulfuroase. Pe plan mondial, cel mai folosit odorizant este

TABELA 1

Proprietăţile diferiţilor odorizanţi

Denumirea produsului	Densitatea relativă la 15°C	Greutatea moleculară	Temperatura de congelare, °C	Temperatura de fierbere, °C	Dozarea propusă		Capacitate de odorizare, 10^6 m^3/mg
					gaz natural, g/1 000 m	propan butan lichefiat, g/100 l	
Mercaptan metilic	0,8665	48	—123	5,9	—	—	—
Mercaptan etilic	0,843	62	—147	35	8—16	1,2	680
Mercaptan izopropilic	0,816	76	—130	52,5	8—16	1,2	—
Mercaptan butilic	0,841	90	—115	98,4	4—15	—	700
Mercaptan butilic terţiar	0,829	90	1,11	64,2			
Mercaptan amilic	0,842	104	— 75,7	126,6			700
Sulfură dietilică	0,836	90	—103,9	92,1			279
Tetrahidrotiofen	1,000	88	— 96	121	8—16	1,2	579
Tiociclohexan	0,9856	102	19,0	141,7			

etilmercaptanul (EM). Deşi acest produs are un efect odorizant foarte puternic, totuşi prezintă unele dezavantaje în comparaţie cu alţi produşi, care pot fi folosiţi pentru odorizarea gazelor. Mercaptanul intră în reacţie cu rugina existentă în conducte şi în instalaţii, transformîndu-se în sulfuri nemirositoare sau în sulf şi în hidrocarburi.

Etilmercaptanul (CH_3. CH_2. SH) are căldura latentă de evaporare de 105 kcal/kg, temperatura de inflamare în aer de 299°C şi în oxigen de 261°C, limitele de explozie fiind cea inferioară de 2,8% şi cea superioară de 18,2%.

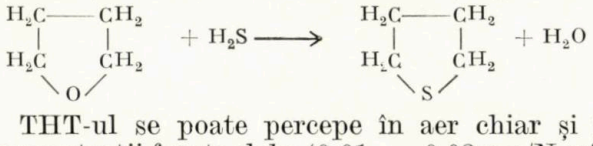
Etilmercaptanul este parţial solubil în apă şi complet solubil în alcool, în eter, în benzen şi în ţiţei. Are un miros foarte neplăcut, perceptibil la un conţinut de 0,19 g sau de 0,22 mg la 1 000 m^3 aer.

Mercaptanii sînt toxici şi provoacă la concentraţii mici greaţă şi dureri de cap, iar la concentraţie mai mare decît cea admisibilă, spasme şi chiar moartea. Limitele admise sînt apropiate de cele ale hidrogenului sulfurat.

În afară de etilmercaptan, s-au mai încercat şi alţi odorizanţi, care constau din amestecul de mercaptani ai hidrocarburilor mai grele (propil, butil, amil) cu sulfide şi cu disulfide. Din această categorie fac parte: colodorantul care are conţinut în sulf de 4,5 ... 5%, pentalormul şi captanul. Toţi aceşti odorizanţi au eficacitate mai redusă decît mercaptanii.

Un alt odorizant, care nu prezintă inconvenietul de a intra în reacţia cu oxizii de fier şi de a-şi reduce, în consecinţă efectul odorizant, este tetrahidrotiofenul (THT) — un produs al firmei maghiare Peti Nitrogenmuvek (realizat în condiţii de laborator în anul 1968).

Procesul tehnologic de fabricaţie îl constituie reacţia dintre tetrahidrofuran şi hidrogen sulfurat, rezultînd tetrahidrotiofen şi apă:



THT-ul se poate percepe în aer chiar şi în concentraţii foarte slabe (0,01 ... 0,02 mg/N m^3).

Întrucît acest odorizant nu este toxic, concentraţia maximă nu este limitată. În cazul etilmercaptanului, care inhalat în cantitate mai mare este vătămător, se prescrie ca limită pentru concentraţia maximă cantitatea de 16 mg/N m^3.

Cantităţile necesare de odorizant

Cantitatea de odorizant necesară pentru ca gazele să prezinte o odorizare eficace rezultă din următorii parametri: limita minimă de perceptibilitate, limita inferioară a amestecului exploziv şi coeficientul de siguranţă care exprimă proporţia periculoasă din amestec.

Intensitatea odorizării care asigură limita de perceptibilitate este dată de relaţia [9]:

$$\varepsilon = \varphi\, e\, \alpha f, \qquad (1)$$

în care:

- ε este fracţiunea limită de perceptibilitate;
- e — fracţiunea limită inferioară de explozie;
- α — coeficientul de siguranţă faţă de limita de explozie (raportul dintre fracţiunea de explozie şi fracţiunea de amestec considerată şi admisă ca nepericuloasă);
- f — factorul de siguranţă la perceptibilitate (raportul dintre fracţiunea limită minimă de perceptibilitate şi fracţiunea sigur perceptibilă);
- φ — raportul volumetric de odorizare.

Din relaţia (1) rezultă: $\varphi = \dfrac{\varepsilon}{e\alpha f}$.

Valorile numerice ale acestor parametri sînt următoarele:

$$\varepsilon = \frac{1}{500\ 10^6}\ ;\ e = \frac{5}{100}\ ;\ \alpha = \frac{1}{5}\ ;\ f = \frac{1}{20}\ ;$$

$\varphi = \dfrac{1}{2{,}5 \cdot 10^5}$; iar în greutate, pentru etilmercaptan: $\varphi = \dfrac{2{,}772}{2{,}5 \cdot 10^5} = 1{,}1$ kg/100 000 m^3 gaze.

Etilmercaptanul se diluează cu alcool metilic 1 : 10, pentru a mări debitul de lichid care

se introduce în conductă, în scopul unei mai bune urmări a acestui proces. (E.M. pur ar presupune debite prea mici, greu de manevrat).

Comparație între efectul odorizant realizat de etilmercaptanul (E.M.) și de tetrahidrotiofen (THT)

În tabela 2 se dau proprietățile odorizante ale EM și ale THT, iar în figurile 1, 2, 3 și 4 se dau raporturile dintre intensitatea mirosului și cantitatea de odorizant din amestecul de aer-gaz. Din aceste diagrame rezultă că cei doi produși, din punct de vedere al odorizării, se comportă la fel.

TABELA 2

Comparație între proprietățile odorizante ale EM și THT

Odorizantul	Intensitatea odorizării, mg/N m³ gaz	Cantitatea de odorizant în amestecul de aer-gaz, mg/Nm³	Volumul procentual al gazului în aer, %	Intensitatea mirosului
ME	19,4 39,5	0,194 0,395	1,00 1,00	perceptibil tare
THT	20,5 37,8	0,205 0,378	1,00 1,00	perceptibil tare

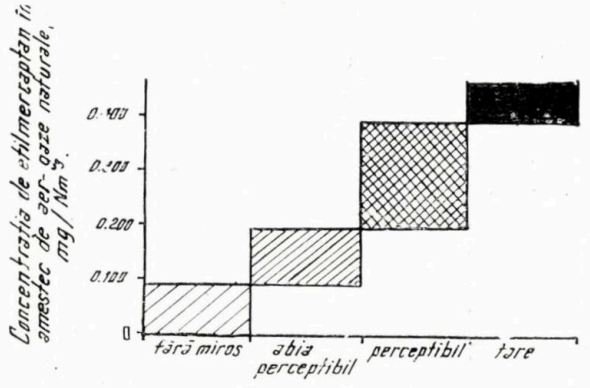


Fig. 1. Efectul de odorizare al etilmercaptanului în amestec de aer-gaze naturale [8].

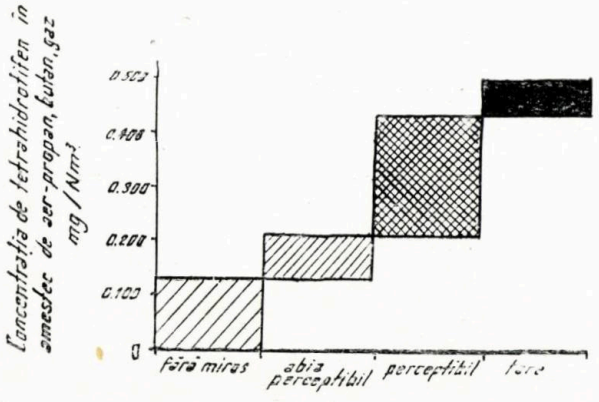


Fig. 2. Efectul de odorizare al tetrahidrotiofenului în amestec de aer-gaze naturale [8].

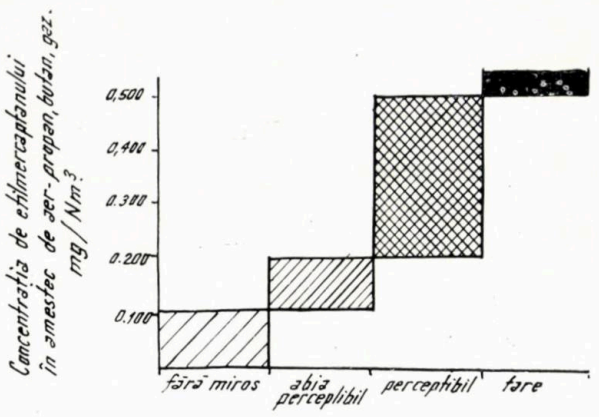


Fig. 3. Efectul de odorizare al etilmercaptanului în amestec de aer-propan, butan, gaz [8].

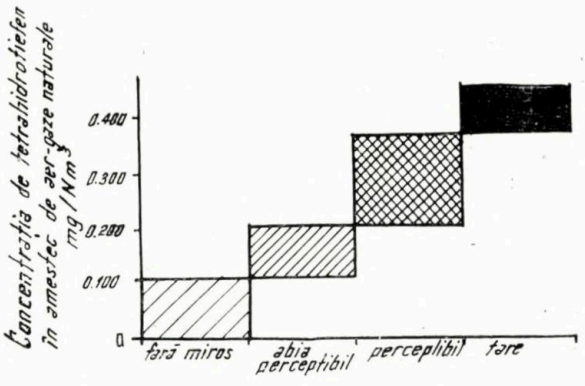


Fig. 4. Efectul de odorizare al tetrahidrotiofenului în amestec de aer-propan, butan, gaz.

Capacitatea de adsorbție a odorizanților reprezintă o caracteristică importantă în alegerea tipului de odorizant. Prezintă interes, în special, capacitatea de adsorbție a odorizanților, în raport cu acele corpuri cu care ele vin în contact, și anume: oțelul din care sînt confecționate echipamentele, instalațiile și conductele de transportat gaze și solul în care sînt îngropate.

În figurile 5 și 6 se dau curbele de variaie ale capacității de adsorbție a EM și a THT-ului, atît de către oțelurile ruginite cît și de către sol.

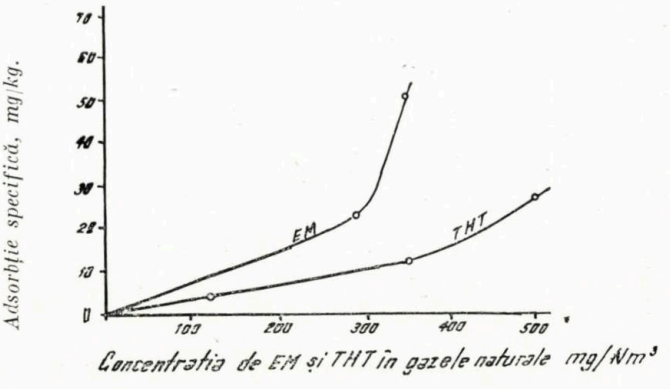


Fig. 5. Adsorbția EM și THT de către oțelul ruginit la 25° C.

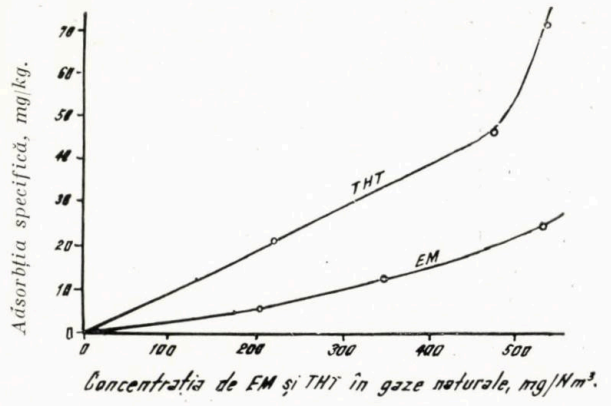


Fig. 6. Adsorbția EM și THT de către sol la 25° C.

Din diagrama de la figura 5 se constată că adsorbția specifică a tetrahidrotiofenulului este mai redusă decît cea a etilmercaptanului, pentru oțeluri ruginite, și mai mare, pentru sol (compoziția aproximativă a solului : 50% argilă, 40% nisip și 10% umiditate) (fig. 6), întrucît odorizantul THT are molecule mult mai polare decît EM. Crescînd umiditatea solului pînă la 30 ... 40%, adsorbția THT-ului scade, devenind aproximativ egală cu cea a etilmercaptanului [8].

Aparatele de odorizare sînt de mai multe tipuri : prin picurare, prin evaporare, cu fitil și prin barbotare. Pentru toate aceste tipuri de instalații de odorizare este foarte necesar ca odorizantul să fie dispersat uniform în toată masa de gaz. Aceasta se poate asigura numai printr-o viteză de evaporare satisfăcătoare.

Etilmercaptanul se vaporizează foarte repede, pe cînd tetrahidrotiofenul—mai încet și mai uniform.

În ceea ce privește coroziunea celor doi odorizanți, s-a făcut următorul experiment : s-a introdus o bucată de țeavă de oțel în etilmercaptan curat și una în tetrahidrotiofen, unde s-au ținut timp de două luni. Pierderile în greutate ale metalului s-au măsurat la două săptămîni. Pe bucata de oțel introdusă în mercaptan etilic s-a constatat formarea unei cruste de sulfură feroasă, care s-a desprins foarte ușor de metal, producînd o scădere în greutatea acestuia.

Bucata de țeavă de oțel introdusă în THT a rămas aproape perfect strălucitoare, iar pierderea de greutate s-a cifrat în cele două luni de experiență la 0,3 mg/kg, față de 5 mg/kg pierdere în greutate la bucata de oțel introdusă în mercaptanul etilic [8].

Din cauza adsorbției odorizantului EM de către conducta de transportat gaze, efectul odorizant al gazului tratat cu EM se reduce pe traseu. Astfel, pe o conductă de gaze în lungime de 3,5 km pentru care s-a folosit EM în concentrație de 20 mg/m³ gaz, la capul conductei mirosul gazului a fost „abia perceptibil". Odorizînd gazele cu THT la aceeași concentrație, mirosul a devenit „perceptibil", pînă la „tare".

S-au făcut măsurări ale intensității odorizării pe o rețea de conducte în diferite puncte, la aceleași concentrații de EM și, separat, de THT, constatîndu-se rezultate mult mai bune în cazul folosirii THT-ului, respectiv intensități de „perceptibil" pînă la „tare", în timp ce în cazul EM s-au înregistrat intensități de „abia perceptibil" sau chiar „fără miros" [8].

Avînd în vedere faptul că odorizarea este necesară atît pentru gazele care se folosesc în scopuri menajere cît și pentru cele folosite în scopuri industriale, ca sursă de energie primară sau ca materie primă, este necesar să se continue cercetările, pentru a găsi odorizanți care să nu conțină sulf în compoziția lor. Inconvenientele produse de către compușii sulfului sînt cunoscute atît în ceea ce privește coroziunea rețelei de conducte de transport și a instalațiilor tehnologice, cît și în procesele chimice, unde se cere gaz metan cît mai pur, fără conținut în sulf.

În condițiile României, unde conductele magistrale de transportat gaze sînt interconectate într-un sistem unitar prin care circulă gaze odorizate, orice consumator care se leagă la sistem primește gaze odorizate, indiferent de scopul la care servesc aceste gaze. Din acest motiv, este necesar ca odorizantul folosit să fie eficace și să nu conțină produși care ar putea deranja în special uzinele chimice, la care gazul metan servește ca materie primă pentru chimizare.

BIBLIOGRAFIE

1. *** The Gas Council Research Communication GC 59/1958.
2. *** Deutscher Verein von Gas — und Wasserfachmännern Arbeitsblatt G 280/1966.
3. *** Compte Rendu du 76° Congres de L'Industrie du Gaz, 1955.
4. De Voogd, G. J. și Klein, W. H. În : J. Net Gas, **84** 1964, p. 139.
5. Köller, F. și Arnold, H. K. În : Gas — und Wasserfach, **103**, 1962, p. 641.
6. Müller, K. În : Gas — und Wasserfach, **106**, 1965, p. 806.
7. Gastagnon, R. și Ondart' L. J. În : Bull. Soc. Pharm. Bordeux, **97** 1958, p. 59.
8. Neidegger, E., Hodossy, L. și Toth, J. În : A. Föoldgaz es a varosi gáz odorizálása, 1969.
9 Drăgotescu, N., Ghiliceanu, M., Oniceanu, V. și Vasilache, N. Transportul pe conducte al țițeiului, gazelor și produselor petroliere. Ed. tehnică, București, 1961.

Determinarea numărului optim de parametri pentru controlul centralizat al unui sistem de transportat gaze prin conducte

I. Avramescu

Alimentarea cu gaze a consumatorilor se face pe baza planului de stat, care se întocmeşte în funcţie de graficele de consum şi de unele date referitoare la capacitatea de transport maximă a întregii conducte şi pe sectoare. Întocmirea planului are la bază un bogat material statistic de informaţii despre prognoza timpului. Pe baza planului de stat se întocmesc grafice de urmărire a diverşilor parametri, la sistemul de transport, în aşa fel, încît să se asigure o funcţionare fără întreruperi a consumatorilor şi o încărcare raţională a conductelor şi a utilajelor.

Informaţii despre regimul de exploatare a sistemului de transportat gaze se pot primi prin telefon de la personalul de supraveghere sau automat, prin instalaţiile de automatizare şi de telemecanică. În unele ţări, controlul centralizat al sistemului de transportat gaze prin conducte la mari distanţe se face automat. În prezent, se studiază şi în ţara noastră, introducerea unor soluţii optime de control centralizat. În definitivarea unui sistem de control centralizat, o semnificaţie deosebită o are volumul de informaţii (numărul parametrilor). Admiterea unui volum prea mare de informaţii necesită un sistem mai complex de colectare, de transmisie şi de prelucrare a informaţiilor ceea ce duce la cheltuieli mari, în vreme ce admiterea unui volum de informaţii prea mic necesită cheltuieli mai mici de investiţii, dar aprecierea rezultatelor finale se face cu erori mari.

Sistemul de transportat gaze prin conducte la mari distanţe constituie un sistem dinamic complex, cu legături de corelare multiplă între mărimile de intrare, de comandă şi de ieşire (fig. 1), unde :

$X_i(t)$ este grupa parametrilor de intrare ;
$Y_e(t)$ — grupa parametrilor de ieşire ;
$Z_j(t)$ — grupa parametrilor de comandă (reglare) ;
$f_p(t)$ — grupa parametrilor necontabili (nu vor fi luaţi în consideraţie în calcule).

Analiza corelaţiei, în principiu, poate stabili existenţa legăturilor stochastice şi nu funcţionale. Pentru determinarea legăturilor funcţionale sînt necesare cercetări suplimentare.

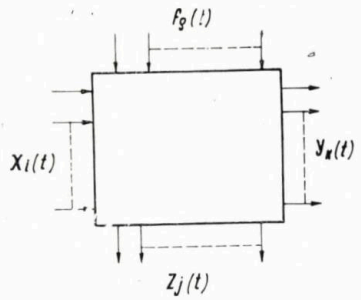


Fig. 1.

Forma corelaţiei poate fi liniară sau curbilinie. În primul caz ecuaţia de regresie este ecuaţia unei linii drepte, iar în al doilea caz — ecuaţia unei curbe (parabolă, hiperbolă etc.).

Ecuaţia generală a unui sistem de legături complexe este (1) :

$$Y_e = a_0 + \sum_i a_{1i} X_i (t - \tau_i) +$$

$$+ \sum_{p=1}^{S} a_{2p} X_m (t - \tau_m) X_n (t - \tau_n) +$$

$$+ \sum_i a_{3i} X_i^2 (t - \tau_i) + \ldots\ldots\ldots + b_0 +$$

$$+ \sum_j b_{1j} Z_j (t - \tau_j) + \sum_{q=1}^{1} b_{2q} Z_n (t - \tau_q) Z_f (t - \tau_f) +$$

$$+ \sum_j b_{3j} Z_j^2 (t - \tau_j) + \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

unde :

a_0, b_0 sînt parametri liberi ;
$(a_{1i} \ldots a_{\mu i})$, $b_{1_j} \ldots b_{\nu j})$ — coeficienţi de regresie ;
i — numărul parametrilor de intrare, X ;
j — numărul parametrilor de comandă, Z ;

e — numărul parametrilor de ieşire, Y

S $= C_2^i$; $m \neq n$; $m \leqslant i$; $n \leqslant i$; $1 = C_2^j$, $h \neq j$, $f \leqslant j$;

τ — timpul de transmitere a informaţiei pe canalul de telemecanică.

Ecuaţia prezentată consideră acţiunea tuturor parametrilor, dînd o descriere mai completă a obiectului cercetat. Cu cît ecuaţia are mai multe variabile, cu atît aceasta este mai exactă, dar numărul mare de variabile ridică mult cheltuielile de exploatare şi îngreuiază efectuarea calculelor. Reducerea parametrilor este posibilă, în prima fază, printr-o analiză bazată pe practica inginerească de exploatare, în procesul tehnologic respectiv. Parametrii care sînt incluşi în alţii sau influenţează foarte puţin rezultatul final se exclud. Numărul optim al parametrilor de intrare şi de comandă ce caracterizează mărimea de ieşire se va obţine prin determinarea coeficienţilor de corelaţie. În unele situaţii este mai comod să se secţioneze sistemul în aşa fel, încît să existe legături de influenţă strînse între parametrii unei grupe.

Un sistem complex de gaze poate fi secţionat astfel (fig. 2*a*, 2*b*) :

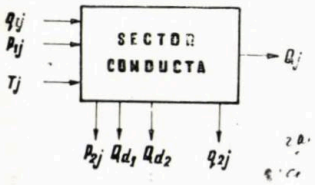


Fig. 2 a.

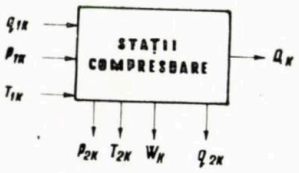


Fig. 2 b.

unde :

P_1, P_2 sînt presiuni la intrare şi la ieşire;
T_1, T_2 — temperaturi la intrare şi la ieşire;
q_1, q_2 — debite la intrare, ieşire;
j — sectoare de conductă;
k — staţii de compresoare;
Q_{d1}, Q_{d2} — debite de intrare în depozit şi de ieşire din depozit;
W — consum propriu de energie;
Q — capacitatea de transport.

Parametrii necontrolabili f nu au fost luaţi în consideraţie.

Eficienţa întregului sistem de transportat gaze E este :

$$E = f\,[Q_j(t),\ Q_k(t),] \tag{2}$$

şi va fi maximă sau va tinde către maxim atunci cînd compresoarele vor lucra la încărcarea nominală şi cînd capacitatea de transport a conductei va fi maximă. Dispecerul sistemului de transportat gaze are sarcina de a menţine argumentul funcţiei E în limitele :

$$\begin{aligned} Q_{j\ lim.\ ec}(t) &\leqslant Q_j(t) \leqslant Q_{j\ max.}(t) \\ Q_{k\ lim.\ ec}(t) &\leqslant Q_k(t) \leqslant Q_{k\ max.}(t). \end{aligned} \tag{3}$$

După ce subsistemele au fost analizate, ele se reintegrează şi, în condiţiile unui dispecerat în n trepte, se obţine modelul din figura 3,

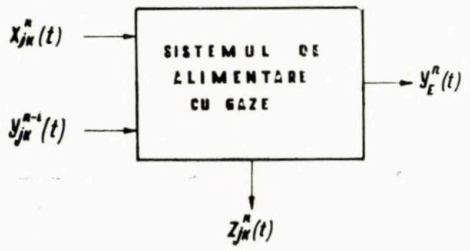


Fig. 3.

unde :

$X_{jk}^n(t)$ este informaţia primită, în timp, de S.C.D. direct de la punctele de control;

$Y_{jk}^{n-i}(t)$ — informaţia primită, în timp, de S.C.D. de la punctele de control prin intermediul unui dispecer de rang inferior, „$n - i$”;

$Z_{jk}^n(t)$ — grupa parametrilor comandaţi direct de la S.C.D.;

$Y_E^n(t)$ — mărimea de ieşire a sistemului (eficienţa sistemului de transport).

I. Metodologia de calcul

Teoria corelaţiei este prezentată în multe lucrări de specialitate [2, 3, 4] şi de aceea, în continuare, vom prezenta numai formulele şi ordinea de calcul.

1. *Determinarea parametrilor liniei de regresie*

Parametrii ecuaţiei de regresie se determină cu ajutorul celor mai mici pătrate, pe baza datelor obţinute prin măsurări. Dacă se notează cu y valorile măsurate ale parametrilor unui sistem şi cu Y valorile calculate, atunci aplicarea metodei celor mai mici pătrate necesită îndeplinirea următoarei condiţii :

$$(y - Y)^2 = \min. \tag{4}$$

Dacă linia $y = f(x)$ este o linie dreaptă, atunci :

$$S = (y - ax - b)^2 = \min.$$

Dacă curba este o parabolă de gradul II :

$$S = (y - a_0 - a_1x - a_2x^2)^2 = \min.$$

Tabela 1

REALIZAȚIA ν	x_1	x_2	x_i	x_m	y	x_1^2	x_2^2	x_i^2	x_m^2	y^2	x_1x_2	x_1x_3	x_1x_m	x_1y	x_2y	x_my
1	x_{11}	x_{12}	x_{1i}	x_{1m}	y_1	x_{11}^2	x_{12}^2	x_{1i}^2	x_{1m}^2	y_1^2	$x_{11}x_{12}$	$x_{11}x_{13}$	$x_{11}x_{1m}$	$x_{11}y_1$	$x_{12}y_1$	$x_{1m}y_1$
2	x_{21}	x_{22}	x_{2i}	x_{2m}	y_2	x_{21}^2	x_{22}^2	x_{2i}^2	x_{2m}^2	y_2^2	$x_{21}x_{22}$	$x_{21}x_{23}$	$x_{21}x_{2m}$	$x_{21}y_2$	$x_{22}y_2$	$x_{2m}y_2$
ν	$x_{\nu 1}$	$x_{\nu 2}$	$x_{\nu i}$	$x_{\nu m}$	y_ν	$x_{\nu 1}^2$	$x_{\nu 2}^2$	$x_{\nu i}^2$	$x_{\nu m}^2$	y_ν^2	$x_{\nu 1}x_{\nu 2}$	$x_{\nu 1}x_{\nu 3}$	$x_{\nu 1}x_{\nu m}$	$x_{\nu 1}y_\nu$	$x_{\nu 2}y_\nu$	$x_{\nu m}y_\nu$
n	x_{n1}	x_{n2}	x_{ni}	x_{nm}	y_n	x_{n1}^2	x_{n2}^2	x_{ni}^2	x_{nm}^2	y_n^2	$x_{n1}x_{n2}$	$x_{n1}x_{n3}$	$x_{n1}x_{nm}$	$x_{n1}y_n$	$x_{n2}y_n$	$x_{nm}y_n$
$\sum$	$\sum_{\nu=1}^{n} x_{\nu 1}$	$\sum_{\nu=1}^{n} x_{\nu 2}$	$\sum_{\nu=1}^{n} x_{\nu i}$	$\sum_{\nu=1}^{n} x_{\nu m}$	$\sum_{\nu=1}^{n} y_\nu$	$\sum_{1}^{n} x_{\nu 1}^2$	$\sum_{1}^{n} x_{\nu 2}^2$	$\sum_{1}^{n} x_{\nu i}^2$	$\sum_{1}^{n} x_{\nu m}^2$	$\sum_{1}^{n} y_\nu^2$	$\sum_{1}^{n} x_{\nu 1}x_{\nu 2}$	$\sum_{1}^{n} x_{\nu 1}x_{\nu 3}$	$\sum_{1}^{n} x_{\nu 1}x_{\nu m}$	$\sum_{1}^{n} x_{\nu 1}y_\nu$	$\sum_{1}^{n} x_{\nu 2}y_\nu$	$\sum_{1}^{n} x_{\nu m}y_\nu$

Tabela 2

SCHEMA DE CALCUL	x_1	x_2	x_3		x_i		x_m	y
1	$\sum_1^n x_{\nu 1}$	$\sum_1^n x_{\nu 2}$	$\sum_1^n x_{\nu 3}$	— — — —	$\sum_1^n x_{\nu i}$	— —	$\sum_1^n x_{\nu m}$	$\sum_1^n y_\nu$
2	$\sum_1^n x_{\nu 1}^2$	$\sum_1^n x_{\nu 2}^2$	$\sum_1^n x_{\nu 3}^2$	— — — —	$\sum_1^n x_{\nu i}^2$	— —	$\sum_1^n x_{\nu m}^2$	$\sum_1^n y_\nu^2$
3	$\left(\sum_1^n x_{\nu 1}\right)^2/n$	$\left(\sum_1^n x_{\nu 2}\right)^2/n$	$\left(\sum_1^n x_{\nu 3}\right)/n$	— — — —	$\left(\sum_1^n x_{\nu 1}\right)^2/n$	— —	$\left(\sum_1^n x_{\nu m}\right)^2/n$	$\left(\sum_1^n y_\nu\right)^2/n$
4=(2)-(3)	$n\tilde{\sigma}_1^2$	$n\tilde{\sigma}_2^2$	$n\tilde{\sigma}_3^2$	— — — —	$n\tilde{\sigma}_i^2$	— —	$n\tilde{\sigma}_m^2$	$n\tilde{\sigma}^2$
5		$\sum_1^n x_{\nu 1}x_{\nu 2}$	$\sum_1^n x_{\nu 1}x_{\nu 2}$	— — — —	$\sum_1^n x_{\nu 1}x_{\nu i}$	— —	$\sum_1^n x_{\nu 1}x_{\nu m}$	$\sum_1^n x_{\nu 1}y_\nu$
6		$\left(\sum_1^n x_{\nu 1}\sum_1^n x_{\nu 2}\right)/n$	$\left(\sum_1^n x_{\nu 1}\sum_1^n x_{\nu 3}\right)/n$	— — — —	$\left(\sum_1^n x_{\nu 1}\sum_1^n x_{\nu i}\right)/n$	— —	$\left(\sum_1^n x_{\nu 1}\sum_1^n x_{\nu m}\right)/n$	$\left(\sum_1^n x_{\nu 1}\sum_1^n y_\nu\right)/n$
7=(5)-(6)		$\sum\delta_1\delta_2$	$\sum\delta_1\delta_3$	— — — —	$\sum\delta_1\delta_i$	— —	$\sum\delta_1\delta_m$	$\sum\delta_1\delta$
8			$\sum_1^n x_{\nu 2}x_{\nu 3}$	— — — —	$\sum_1^n x_{\nu 2}x_{\nu i}$	— —	$\sum_1^n x_{\nu 2}x_{\nu m}$	$\sum_1^n x_{\nu 2}y_\nu$
9			$\left(\sum_1^n x_{\nu 2}\sum_1^n x_{\nu 3}\right)/n$	— — — —	$\left(\sum_1^n x_{\nu 2}\sum_1^n x_{\nu i}\right)/n$	— —	$\left(\sum_1^n x_{\nu 2}\sum_1^n x_{\nu m}\right)/n$	$\left(\sum_1^n x_{\nu 2}\sum_1^n y_\nu\right)/n$
10=(8)-(9)			$\sum\delta_2\delta_3$	— — — —	$\sum\delta_2\delta_i$	— —	$\sum\delta_2\delta_m$	$\sum\delta_2\delta$
⋮								
(3m)								$\sum_1^n x_{\nu m}y_\nu$
(3m+1)								$\left(\sum_1^n x_{\nu m}\sum_1^n y_\nu\right)/n$
(3m+2)=(3m)-(3m+1)								$\sum\delta_m\delta$
	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	— — — —	$\bar{x}_i$	— —	$\bar{x}_m$	$\bar{y}$

Dacă curba este o funcţie liniară multiplă:

$Y = f\ (x,\ z,\ v\ \ldots) = f\ (x_1,\ x_2,\ x_3\ \ldots\ x_n)$ şi, aplicînd metoda celor mai mici pătrate, se obţine:

$$S = (y - a_0 - a_1x_1 - a_2x_2 \ldots a_nx_n)^2 = \min.$$

Prin efectuarea derivatelor parţiale ale expresiei S în raport cu $a_1\ a_2,\ \ldots,\ a_n,\ b$, obţinem sistemul de ecuaţii normale. Sistemul de ecuaţii normale poate fi rezolvat prin diferite metode, ca: metoda eliminării succesive, metoda lui Doolitte, metoda Monte Carlo, metoda lui Nemcikov etc. [4, 5]. Pentru operativitatea efectuării calculelor, la sistemele de corelaţie multiplă, în tabelele 1, 2, 3 se prezintă o schemă de calcul al coeficienţilor de regresie [5, 6].

2. *Determinarea intensităţii corelaţiei*

Pe lîngă determinarea liniei de regresie care ilustrează legătura caracteristicilor, este necesar să se caracterizeze şi intensitatea legăturii, adică gradul împrăştierii valorilor caracteristicii y în jurul liniei de regresie Y.

Cu cît această împrăştiere este mai mică, cu atît se pot prevedea cu mai multă certitudine, pe baza ecuaţiei de regresie, valorile caracteristicii Y, pentru valorile parametrilor măsuraţi $x_1,\ x_2 \ldots x_m$.

În general, intensitatea corelaţiei dintre parametri se caracterizează cu ajutorul raportului (coeficientului) de corelaţie, iar coeficientul de corelaţie corespunzător unei linii de regresie curbilinii se calculează cu formula [2, 3]:

$$\tau_{y/x_1,\ x_2\ \ldots\ x_m} = \sqrt{\frac{\delta^2_{y/x_1,\ x_2\ \ldots\ x_m}}{\sigma^2_y}} \qquad (5)$$

Tabela 3

SCHEMA DE CALCUL	a_1	a_2	a_3	a_4	$\sum \delta_i\delta_0$
1	$n\sigma_1^2$	$\sum\delta_1\delta_2$	$\sum\delta_1\delta_3$	$\sum\delta_1\delta_4$	$\sum\delta_1\delta_0$
2		$n\sigma_2^2$	$\sum\delta_2\delta_3$	$\sum\delta_2\delta_4$	$\sum\delta_2\delta_0$
3			$n\sigma_3^2$	$\sum\delta_3\delta_4$	$\sum\delta_3\delta_0$
4				$n\sigma_4^2$	$\sum\delta_4\delta_0$
5 = (1)·[(−Σδ1δ2)/nσ1²]		$-(\sum\delta_1\delta_2)/n\sigma_1^2$	$-(\sum\delta_1\delta_2\sum\delta_1\delta_3)/n\sigma_1^2$	$-(\sum\delta_1\delta_2\sum\delta_1\delta_4)/n\sigma_1^2$	$-(\sum\delta_1\delta_2\sum\delta_1\delta_0)/n\sigma_1^2$
6 = (2)+(5)		$\gamma'_{22,1}$	$\gamma'_{23,1}$	$\gamma'_{24,1}$	$\gamma'_{20,1}$
7 = (1)·(−Σδ1δ3/nσ1²)			$-(\sum\delta_1\delta_3)^2/n\sigma_1^2$	$-(\sum\delta_1\delta_3\sum\delta_1\delta_4)/n\sigma_1^2$	$-(\sum\delta_1\delta_3\sum\delta_1\delta_0)/n\sigma_1^2$
8 = (6)·(−γ'23,1/γ'22,1)			$-(\gamma'^2_{23,1}/\gamma'_{22,1})$	$-(\gamma'_{23,1}\gamma'_{24,1}/\gamma'_{22,1})$	$-(\gamma'_{23,1}\gamma'_{20,1}/\gamma'_{22,1})$
9 = (3)+(7)+(8)			$\gamma'_{33,12}$	$\gamma'_{34,12}$	$\gamma'_{30,12}$
10 = (1)·(−Σδ1δ4/nσ1²)				$-(\sum\delta_1\delta_4)^2/n\sigma_1^2$	$-(\sum\delta_1\delta_4\cdot\sum\delta_1\delta_0)/n\sigma_1^2$
11 = (6)·(−γ'24,1/γ'22,1)				$-\gamma'^2_{24,1}/\gamma'_{22,1}$	$-\gamma'_{24,1}\gamma'_{20,1}/\gamma'_{22,1}$
12 = (9)·(−γ'34,12/γ'33,12)				$-\gamma'^2_{34,12}/\gamma'_{33,12}$	$-\gamma'_{34,12}\gamma'_{30,12}/\gamma'_{33,12}$
13 = (4)+(10)+(11)+(12)				$\gamma'_{44,123}$	$\gamma'_{40,123}$
14	$a_4 = \gamma'_{40,123}/\gamma'_{44,123}$				
15	$a_3 = (\gamma'_{30,12} - \gamma'_{34,12}\cdot a_4)/\gamma'_{33,12}$				
16	$a_2 = (\gamma'_{20,1} - \gamma'_{24,1}\cdot a_4 - \gamma'_{23,1}\cdot a_3)/\gamma'_{22,1}$				
17	$a_1 = (\sum\delta_1\delta_0 - a_2\sum\delta_1\delta_2 - a_3\sum\delta_1\delta_3 - a_4\sum\delta_1\delta_4)/n\sigma_1^2$				
18	$a_1\sum\delta_1\delta_4 + a_2\sum\delta_2\delta_4 + a_3\sum\delta_3\delta_4 + a_4 n\sigma_4^2 = \sum\delta_4\delta_0$				

unde:

$\delta_y^2 = \frac{1}{n}\sum_{\nu=1}^{n}(y_\nu - \overline{y}_\nu)^2$ este dispersia generală a mărimii y_ν sau, mai explicit, dispersia punctelor cîmpului de corelaţie, în funcţie de linia speranţei matematice $\overline{y}_\nu$;

$\delta^2_{y/x_1,\ x_2\ \ldots\ x_m} = \frac{1}{n}\sum_{\nu=1}^{n}(Y_\nu - \overline{y}_\nu)^2$ — dispersia liniei

curbe de regresie, în funcţie de speranţa matematică $\bar{y}_\nu$.

Criteriul:

$$\tau^2_{y/x_1 \ldots x_m} = \frac{\delta^2_{y/x_1 \ldots x_m}}{\sigma^2_y} \qquad (6)$$

N. S. Raibman [3] l-a numit măsura determinării proceselor de producţie.

Coeficientul de regresie corespunzător unei corelaţii liniare multiple se calculează cu formula [4]:

$$R_{y/x_1 \ldots x_m} = \sqrt{1 - \frac{\delta^2_{y/x_1 \ldots x_m}}{\sigma^2_y}} \qquad (7)$$

Valoarea dispersiei $\sigma^2_{y/x_1 \ldots x_m}$ se calculează cu datele din tabelele 1, 2 şi 3, folosind formula:

$$\delta^2_{y/x_1 \ldots x_m} = \frac{\sum_{\nu=1}^{n} (y_\nu - Y_\nu)^2}{n} =$$

$$= \frac{\sum_{\nu=1}^{n} (y_\nu - \bar{y}_\nu)^2 - \sum_{i=1}^{n} a_i \Sigma \delta_i \delta}{n - (m+1)} \qquad (8)$$

Valorile coeficienţilor de corelaţie variază în limitele de la 0 la 1. Dacă coeficienţii de corelaţie tind către zero, corelaţia este slabă sau inexistentă şi este bună sau funcţională dacă aceste valori tind sau sînt egale cu 1.

Formulele (6) şi (7) reprezintă criteriile de calitate pe baza cărora se pot analiza ce parametri trebuie introduşi în ecuaţia de regresie, pentru ca mărimile de ieşire să determine procesul tehnologic şi pentru ca cheltuielile legate de colectarea, transmiterea şi prelucrarea parametrilor să fie minime.

Pentru a identifica intensitatea legăturii dintre două caracteristici, în ipoteza că celelalte caracteristici cu influenţă asupra legăturii rămîn constante, se calculează coeficienţii parţiali. Calculul acestor coeficienţi se face pe baza tabelelor 1 şi 2:

$$\gamma_{ik} = \frac{\delta_i \cdot \delta_k}{\sqrt{n\sigma_i^2 \cdot n\sigma_k^2}}. \qquad (9)$$

Coeficienţii parţiali de corelaţie de ordinul întîi, x_1 şi y_k prin cunoaşterea semnificaţiei lui x_j se calculează cu formula [2, 3]:

$$\gamma_{ikj} = \frac{\gamma_{ik} - \gamma_{ij}\,\gamma_{kj}}{\sqrt{(1-\gamma_{ij})^2\,(1-\gamma_{kj})^2}}. \qquad (10)$$

3. *Stabilirea semnificaţiei coeficienţilor de corelaţie*

Dacă se îndeplinesc condiţiile:

$$\frac{|\gamma|}{\sigma_\gamma} > t; \quad \frac{R}{\sigma_R} \geqslant t; \quad \frac{\tau}{\sigma_\tau} \geqslant t, \qquad (11)$$

unde:

t este argument, integrala de probabilitate;

σ_r, σ_R, σ_τ — abaterile patratice medii ale relaţiei de corelaţie şi se calculează cu formulele [2, 3]:

$$\sigma_\tau = \frac{1 - \tau^2_{y/x_1 \ldots x_m}}{\sqrt{n}} \qquad (12,a)$$

$$\sigma_R = \frac{1 - R^2_{y/x_1 \ldots x_m}}{\sqrt{n}}. \qquad (12,b)$$

atunci coeficienţii de corelaţie se consideră semnificativi.

II. Exemplu de calcul

Se consideră un sector de conductă magistrală (fig. 2 *a*). Mărimea de ieşire, capacitatea de transport a acestui sector de conducte Q_j depinde de multe variabile, astfel:

$$Q_j = f(q_{1j},\ q_{2j},\ P_{1j},\ P_{2j},\ T_j,\ Q_{d1},\ Q_{d2}).$$

Folosind metoda analizei corelaţiei multiple se determină gradul de legătură dintre mărimea căutată Q_j şi mărimile cunoscute (din măsurări) q_{1j}, q_{2j}, P_{1j}, P_{2j}, T_j, Q_{d1}, Q_{d2}. În primul rînd se va lua în consideraţie semnificaţia parametrilor de intrare şi de comandă care asigură lucrul fără avarii, P_{1j}, P_{2j}.

Linia de regresie pentru două mărimi variabile, Q_j şi P_{1j}, prin legături liniare de corelaţie, este:

$$Q_j = a_1\ P_{1j} + b.$$

Datele rezultate din măsurări şi din calcule sînt prezentate în tabelele 4, 5 şi 6.

— Coeficientul de regresie a_1 se calculează cu datele din tabela 6.

$$Q_1 = \frac{\Sigma\ \delta_i\ \delta}{n\ \sigma^2_y} = \frac{10{,}5}{2\,768} = 0{,}0038.$$

— Coeficientul liber b va fi (tabela 5):

$$b = a_1\ x_1 + y = a_1\ P_{1j} + Q_j = 1{,}89,$$

iar:

$$Q_1 = 0{,}0038\ P_{1_j} + 1{,}89.$$

Reprezentarea grafică a lui $Q_j = f(P_{1j})$ se prezintă în figura 4.

— Coeficientul de corelaţie dintre cele două mărimi este:

$$R_{Qj}/P_{1j} = \gamma_{Qj}/P_{1j} = \frac{10{,}5}{\sqrt{2\,462 \cdot 0{,}48}} = 0{,}297.$$

Valoarea coeficientului de corelaţie este nesemnificativă. Pentru determinarea valorii lui Q_j va trebui să se ia în consideraţie şi alte variabile. Şi reprezentarea grafică a lui $Q_j = f(P_{1j})$

TABELA 4

Nr.	$P_{1j} = X_1$	$P_{2j} = X_2$	$P_{1j} - P_{2j}$	$\sqrt{P_1^2 - P_2^2} = X$	$Q_j = y$
1	52,4	35,3	16,1	37,8	1,7
2	52,5	36,3	16,2	37,9	1,705
3	52,6	36,3	16,3	38,2	1,720
4	52,6	36,3	16,3	38,2	1,720
5	52,7	36,3	16,4	38,3	1,723
6	52,7	36,0	16,7	38,5	1,730
7	52,7	36,0	16,7	38,5	1,730
8	52,7	36,0	16,7	38,5	1,730
9	52,8	36,4	16,4	38,3	1,723
10	52,8	36,7	16,1	38,0	1,710
11	52,6	36,4	16,2	38,0	1,710
12	52,5	36,3	16,2	38,0	1,705
13	52,3	36,2	16,1	38,0	1,696
14	52,2	36,0	16,2	38,0	1,696
15	52,2	36,0	16,2	38,0	1,700
16	52,2	36,0	16,2	38,0	1,680
17	52,0	36,2	15,8	37,3	1,680
18	52,0	36,2	15,8	37,3	1,680
19	52,0	36,2	15,8	37,3	1,675
20	51,9	36,2	15,7	37,9	1,648
21	51,4	36,0	15,4	36,6	1 670
22	51,7	36,0	15,7	37,0	1,670
23	51,5	36,0	15,5	36,75	1,653
24	51,5	36,0	15,5	36,75	1,653
25	51,5	36,0	15,5	36,75	1,653
26	51,5	36,0	15,5	36,75	1,653
27	52,0	36,5	15,5	36,75	1,670
28	52,3	36,7	15,6	36,9	1,680
29	52,5	36,7	15,8	37,3	1,688
30	52,8	37,0	15,8	37,3	1,700
31	52,5	36,5	16,0	37,7	1,700
32	52,5	36,5	16,0	37,7	1,700
33	52,5	36,0	16,5	38,5	1,720
34	52,5	36,2	16,3	38,2	1,680
35	52,6	36,7	15,9	37,5	1,700
36	52,6	36,7	15,9	37,5	1,700
37	52,6	36,7	15,9	37,5	1,700
38	52,5	36,5	16,0	37,7	1,700
39	52,5	36,5	16,0	37,7	1,700
40	52,5	36,5	16,0	37,7	1,700
	2 092,3	1 452,7	—	1 505,2	67,647

indică faptul că variabilele incluse în calcul nu sînt suficiente pentru determinarea procesului, iar punctele care trebuie să definească linia de regresie au o împrăştiere foarte mare (fig. 4).

Introducînd a doua variabilă P_{2j}, linia de regresie va fi :

$$Q_j = a_1 P_{1j} + a_2 P_{2j} + b.$$

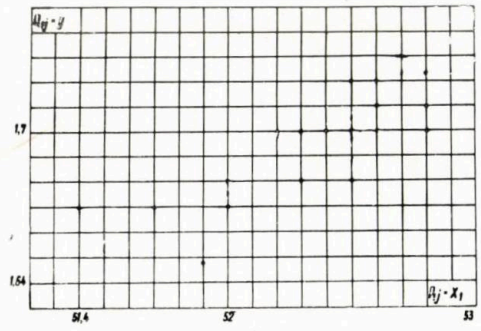


Fig. 4.

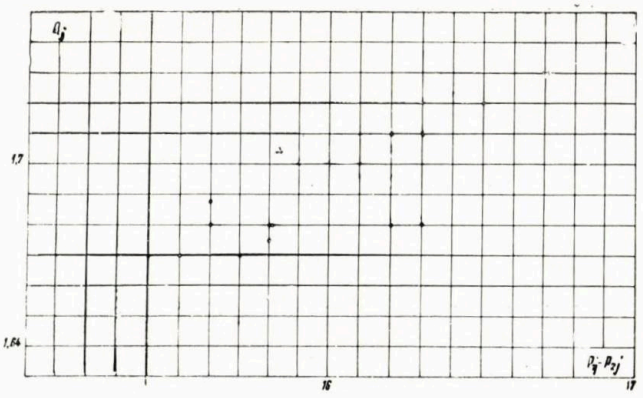


Fig. 5.

Coeficienţii de regresie şi coeficientul liber se calculează cu ajutorul tabelei 6 şi au valorile :

$$a_2 = \frac{13.759}{2\,179} = -0{,}00662\,;$$

$$a_1 = \frac{10{,}5 - 0{,}00662 \cdot 976}{2\,768} = 0{,}00128\,;$$

$$b_1 = 1{,}69 - 0{,}00128 \cdot 52{,}4 + 0{,}00662 \cdot 36{,}4 = 1{,}4.$$

În figura 2 se reprezintă grafic dependenţa lui :

$$Q_j = f(P_{1j} + P_{2j}) = 0{,}00128 P_{1j} - 0{,}00662 \cdot P_{2j} + 1{,}4.$$

Tabela 5

Schema de calcul	Indicatori	$x_1 = P_{1j}$	$x_2 = P_{2j}$	$y = Q_j$
1	$\Sigma x_i ; \Sigma y$	2092,3	1452,7	67,647
2	$\Sigma x_i^2 ; \Sigma y^2$	109710,0	52870,0	114,86
3	$(\Sigma x_i)^2/n$	106942,0	50406,0	114,40
4 = (2)-(3)	$n\sigma_i^2$	2768,0	2462,0	0,48
5	$\Sigma x_1 x_i$		76.958	3548,9
6	$(\Sigma x_1 \Sigma x_i)/n$		75.982	3538,4
7 = (5)-(6)	$\Sigma \delta_1 \delta_i$		976	10,5
8	$\Sigma x_2 x_i$			2454,3
9	$(\Sigma x_2 \Sigma x_i)/n$			2467,7
10 = (8)-(9)	$\Sigma \delta_2 \delta_i$			-13,4
	$\bar{x} ; \bar{y}$	52,4	36,4	1,69

Tabela 6

Schema de calcul	a_1	a_2	$\Sigma \delta_1 \delta$
1	2768	976	10,5
2		2462	-13,4
3 = (1) - (976/2768)		-333	-0,359
4 = (2) + (3)		2129	-13,759

Coeficienţii parţiali de corelaţie se calculează cu formula 9 şi cu tabela 6 :

$$\gamma_{Q_j/P_{1j}} = 0{,}297\,;$$

$$\gamma_{Q_j/P_{2j}} = \frac{-13{,}4}{2462 \cdot 0{,}48} = 0{,}39;$$

$$\gamma_{P_{1j}/P_{2j}} = \frac{976}{2\,768 \cdot 2\,462} = 0{,}37.$$

Coeficientul de corelaţie va fi :

$$R_{Q_j/P_{1j},\ P_{2j}} = \sqrt{1 - \frac{\sigma^2_{Q_j/P_{1j},\ P_{2j}}}{\sigma^2_{Qj}}} =$$

$$= \sqrt{1 - \frac{0{,}378}{0{,}48}} = 0{,}46.$$

Coeficientul de corelaţie este totuşi mic şi procesul nu se consideră determinat. Din calculul coeficienţilor de corelaţie parţiali, reiese că între presiunile de intrare şi de ieşire au loc legături de corelaţie semnificative ($\gamma_{P_{1j}/P_{2j}} = 0{,}37$). Există legături de corelaţie semnificative şi între valorile lui $Q_j = f(P_{1j},\ P_{2j})$ însă aceste legături sînt neliniare. Cunoscînd legătura funcţională $Q_j = f(\sqrt{P^2_{1j} - P^2_{2j}})$, se va determina semnificaţia legăturilor stochastice. Pentru liniarizarea funcţiei, se notează $\sqrt{P^2_{1j} - P^2_{2j}} = x$ şi linia regresiei va fi :

$$Q_j = \alpha x + B.$$

În tabelele 4 şi 7 sînt prezentate datele de bază şi calculele preliminare, iar funcţia de regresie $Q_j = 0{,}0296\sqrt{P^2_{1j} - P^2_{2j}} + 0{,}57$ se reprezintă în figura 6.

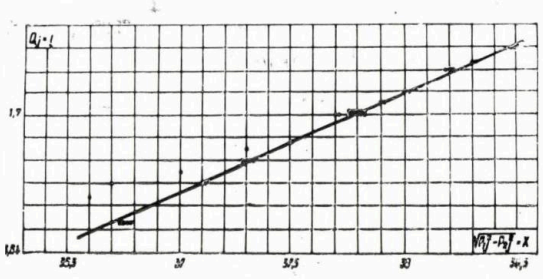


Fig. 6.

Coeficientul de corelaţie este :

$$R = \gamma_{Q_j x} = \frac{4{,}7}{\sqrt{0{,}17 \cdot 159}} = 0{,}905.$$

Abaterea practică, medie, este :

$$\sigma_{Q_j x} = \frac{1 - 0{,}905^2}{\sqrt{40}} = \frac{0{,}18}{6{,}23} = 0{,}029.$$

Tabela 7

Schema de calcul	Indicatori	$x=\sqrt{P_{1j}^2 - P_{2j}^2}$	$y = Q_j$
1	$\Sigma x\ ;\ \Sigma y$	1505,2	67,549
2	$\Sigma x^2\ ;\ \Sigma y^2$	56800,0	114,88
3	$(\Sigma x)^2/n\ ;\ (\Sigma y)^2/n$	56641,0	114,71
4 = (2)-(3)	$n\sigma_i$	159,0	0,17
5	Σxy		2553,0
6	$(\Sigma x \Sigma y)^2/n$		2548,3
7 = (5)-(6)	$\Sigma \delta_x \delta_y$		4,7
	$\bar{x}\ ;\ \bar{y}$	37,7	1,69

Coeficientul de corelaţie este semnificativ, $R > 0{,}9$, iar dispersia este foarte mică $\sigma > 0{,}1$, ceea ce permite să se considere că procesul este determinat.

Aplicînd metodologia de calcul şi la staţiile de compresoare se obţin rezultate similare.

III. Concluzii

1. Metoda corelaţiei multiple poate fi aplicată cu succes la determinarea numărului optim de parametri necesari controlului centralizat, la un sistem de transportat gaze prin conducte.

2. Metodologia de calcul prezentată poate fi aplicată şi la determinarea parametrilor optimi necesari controlului centralizat în procesele de extracţie, de transport şi de prelucrare a ţiţeiului.

3. Pentru dispecerizarea (conducerea) unui sistem de transportat gaze prin conducte la mari distanţe, volumul de informaţii necesar constă numai în presiunile de intrare şi de ieşire în diverse puncte, informaţii ce vor fi prelucrate de o maşină de calcul.

BIBLIOGRAFIE

1. Borodink, V. P., Krung, G. K. Otîscanie uravnenii sveazi v slojnîh obiectah. În: A. *Nauk S.S.S.R.* A i T, nr. 11, 1961.
2. Lucomski, E. I. Teoria corelaţii i ee Primenenie c analizu proizvodstva. În : Gostizdat, 1958.
3. Raibman, N. S. Korrelaţionnie opredelenia harakteristik obiectov. În : A i T, nr. 9, 1959.
4. Rancu, N. Analiza statistico-matematică a calităţii producţiei industriale. Bucureşti, Ed. Ştiinţifică, 1964.
5. Maksimov, lu. M. În : Primenenie mnojestvennogo koreleationnogo analiza dlea izucenia metalurghiceskih proţessov. Metalurghizdat, 1960.
6. Avramescu, I. Folosirea metodelor statistice pentru cercetarea factorilor de bază care determină volumul şi structura dispecerizării la sistemele de alimentare cu gaze. Lucrare de doctorat, Moscova, 1965. Biblioteca Centrală Universitară.

Cronica

UNIUNEA INTERNAȚIONALĂ A INDUSTRIEI DE GAZE — COMUNICAT

Consiliul Uniunii Internaționale a Industriei de Gaze s-a reunit la Karaci, la 4 noiembrie 1969, la invitația Institutului de petrol din Pakistan. Reuniunile s-au ținut sub președinția ing. A. I. Sorokin, președinte, asistat de M. G. Robert, vicepreședinte, R. H. Touwaide, secretar general, și de A. G. Higgins, secretar general adjunct. Au fost reprezentate 14 asociații membre.

Generalul maior Jamiluddin Ahmad Faruqui, președintele Institutului de petrol din Pakistan, a urat membrilor Consiliului bun venit la Karaci.

Asociația de gaze din Bulgaria a fost admisă ca membră a Uniunii în timp ce Turkish Petroleum Corporation a fost admisă ca membru observator, ceea ce ridică la 27 de țări numărul total al membrilor.

Președintele a făcut o expunere în legătură cu pregătirile pentru cel de al XI-lea Congres internațional al industriei de gaze, ce se va ține la Moscova, între 9 și 13 iunie 1970.

Ședințele plenare de deschidere și de închidere vor avea loc la Palatul Congreselor de la Kremlin, iar ședințele de lucru se vor ține paralel în patru săli, două în Casa sindicatelor și două la Hotel Rossia. Va mai fi o expoziție de cărți și de literatură tehnică, precum și de publicitate și de material documentar și de propagandă. Vor fi proiectate filme referitoare la industria de gaze produse în diferite țări. În timpul Congresului, va fi organizată, de asemenea, o expoziție de material pentru industria gazelor și de aparate intitulată ,,intergasprom''.

S-a decis că The Institution of Gas Engineers va organiza cel de al XIII-lea Congres internațional al industriei de gaze, ce se va ține în 1976 în Anglia.

Vicepreședintele a făcut o expunere a programului său pe timpul mandatului său de președinte, pe perioada 1970—1973. A fost examinată desemnarea mandatelor de președinte și de vicepreședinte pentru fiecare din cele șapte comisii tehnice permanente de către asociațiilor membre.

D-l. M. G. Robert, președinte de onoare al colocviului Internațional de comercializarea gazelor, a făcut o expunere în legătură cu activitatea acestui organism.

Lucrările Grupului European de cercetări de gaze a făcut obiectul unui raport.

Au fost prezentate rapoarte cu privire la activitatea depusă de către-cele șapte comisii permanente, iar dl. M.Q. Zaman a prezentat o comunicare intitulată ,,Dezvoltarea industriei de gaze în Pakistan''.

La 5 noiembrie, membrii Consiliului au vizitat stația de primire de la Karaci a lui Gas Transmission Co. Ltd. și Rafinăria pakistaneză.

Viitoarea reuniune a Consiliului va avea loc la Moscova, la 8 iunie 1970.

,,Tehnicile nucleare și resursele minerale în țările dezvoltate'' (CRACOVIA — 8—12. II.1969)

În organizarea Agenției Internaționale pentru Energia Atomică (AIEA) în orașul Cracovia s-a desfășurat o reuniune (PANEL) a unei grupe de specialiști, având ca temă ,,Aplicarea tehnicilor nucleare la descoperirea și punerea în valoare a resurselor minerale în țările dezvoltate'' (Nuclear Tehniques and Mineral Resources in Developing Countries'').

La această reuniune au fost prezenți delegați din următoarele țări: Anglia (trei delegați), Canada (doi), Cehoslovacia (doi), Filipine (unu), Franța (unu), India (unu), Polonia (cinci), România (unu), Spania (unu), Statele Unite ale Americii (doi).

Lucrările reuniunii s-au desfășurat în cadrul a opt sesiuni după cum urmează:

O sesiune inițială, în cadrul căreia au fost puse în discuție o serie de probleme privind stadiul prezent al aparaturii și tehnicilor de lucru aplicate la descoperirea și valorificarea resuselor minerale și direcțiile de dezvoltare în viitor.

Sesiunea 1, având ca temă ,,Privire generală asupra stadiului metodelor și tehnologiilor nucleare în dezvoltarea resurselor minerale'' a cuprins prezentarea a cinci lucrări care s-au referit la următoarele subiecte: Analiza prin activare în prospectare (SUA), Aparatură mobilă pentru analiză prin radioactivare (Canada), Aplicarea metodei XRF (rad. x.-fluorescență) în analiza probelor de roci și a carotelor (Anglia), Metode de geofizică nucleară în geologia nonpetroliferă (România), Metode nucleare pentru controlul în flux (Anglia).

Sesiunea a-II-a fost destinată discutării unor referate de lucru, prezentate de delegațiile din RSC și SUA, cu exemplificări asupra experienței obținute în acest domeniu în țările respective.

Sesiunea a-III-a avut ca subiect progresele recente în tehnicile nucleare aplicate, aducînd în discuție progresele realizate în domeniul contorilor cu semiconductori (Polonia), progrese recente în analiza XRF bazată pe sursele de rad. x-monoenergetice (IAEA), precum și în domeniul tehnicilor cu calculatoare electronice aplicate în analiză prin activare (Canada).

Sesiunea a-IV-a a dezbătut aspecte privind experiența obținută în practica tehnicilor nucleare și a interpretării rezultatelor și anume punerea în evidență a unor provincii aurifere în Filipine pe baza analizei prin activare și determinarea radonului în sol în exploatarea pentru uraniu în India. Alte două lucrări s-au referit la prospectarea geobotanică și geochimică pentru aur prin analiza de radioactivare și determinarea cantităților de aur în apele naturale prin analiză nedestructivă cu preconcentrarea soluțiilor.

Sesiunea a-V-a a fost axată pe discuții legate de stadiul actual în țările dezvoltate privind aplicațiile în programul pentru extinderea tehnicilor în domeniul prospectării și punerii în valoare a resurselor minerale (în RSC, India, Filipine, România, Spania).

Sesiunea a-VI-a a fost destinată discuțiilor generale privind:

— dezvoltarea resurselor minerale a căror prezență poate fi pusă în evidență prin metode radiometrice;

— interpretarea datelor, compararea rezultatelor și standardizarea și pregătirea personalului competent în interpretarea rezultatelor;

— alte probleme în legătură cu folosirea tehnicilor nucleare în țările dezvoltate.

Sesiunea a-VII-a a fost destinată pregătirii concluziilor și formulării recomandărilor pentru viitoarele acțiuni ale Agenției. Printre recomandările reținute au fost:

— elaborarea decătre AIEA a unor documentații privind tehnicile nucleare de sonde, aparaturile radiometrice specifice și tehnicilor nucleare uzuale;

— organizarea de cursuri de perfecționare în tehnica aplicațiilor și utilizarea datelor;

— stimularea de către AIEA a cercetărilor bazate pe tehnicile nucleare;

— organizarea pregătirii personalului și a aplicațiilor în țările slab dezvoltate;

— fabricarea aparaturii specifice aplicațiilor radiometrice;

— organizarea de către AIEA a unor laboratoare pentru analiza de probe de roci, minereuri etc;

— stimularea de către Agenție a lucrărilor efectuate pe bază de contracte;

— schimburi de experiență între părțile care au contracte de lucrări inițiate de Agenție;

— organizarea prin AIEA a asistenței tehnice în țările slab dezvoltate în domeniul utilizării tehnicilor nucleare la prospectarea și punerea în valoare a resurselor minerale.

În programul reuniunii a fost inclusă și vizitarea Institutului de Tehnică Nucleară al Academiei de Mine și Metalurgie și anume Laboratorul de aplicații în industrie-hidrologie, de generatori de neutroni, precum și laboratorul de contori. Cu această ocazie a fost prezentat generatorul de neutroni în impulsuri pentru sonde realizat în cadrul Institutului. Generatorul debitează fluxuri de 2.10^7 n/s la un curent de 80—100KV și are un diametru de 140 mm, lucrează în regim de impulsuri (ordinul sute de microsecunde) cu timp de așteptare de ordinul sute de micro secunde-mili secunde). Profilele experimentale au fost înregistrate în regim de impulsuri (100 microsecunde, cu timp de așteptare de 600 și 1100 microsecunde), la distanța sursă-detector de 60 cm.

În concluzie, se poate aprecia că în general lucrările reuniunii au fost interesante și s-au desfășurat la un nivel științific corespunzător, permițînd o informare utilă asupra stadiului tehnicilor nucleare în descoperirea și valorificarea resurselor minerale.

A 111-a plenară a Consiliului Central al A.T.S. I.P.G. din U.R.S.S.

În zilele de 24—25 iunie 1969 în orașul Volgograd a avut loc a 111-a Plenară a Consiliului Central al Asociației tehnico-științifice din industria de petrol și gaze a Uniunii Sovietice. La lucrările Plenarei au luat parte 47 (din 69) membri ai Consiliului Central, 6 (din 7) membri ai comisiei de revizie și 320 delegați și invitați din diferite regiuni și raioane de petrol și de gaze ale U.R.S.S.

Au fost prezentate și dezbătute referate și comunicări pe următoarele două teme:

— „Căile de ridicare a productivității muncii în industria de petrol, de gaze și de prelucrarea petrolului";

— „Acțiunea organizațiilor A. T. S. I. P. G. de pregătire a comemorării împlinirii a 100 de ani de la nașterea lui I. V. Lenin".

În hotărirea Plenarei a 111-a, adoptată la încheierea lucrărilor, se arată că sarcina primordială a organizațiilor A. T.S. I. P. G. constă în participarea activă și creatoare la realizarea sarcinilor trasate de Congresul al XXIII-lea al P. C. U. S., de Plenara a III-a a Consiliului Central al sindicatelor din U. R. S. S. și de Plenara a IV-a a C. C. al sindicatelor muncitorilor din industria de petrol și chimică în domeniul progresului tehnic și cheamă toți membrii A. T. S. I. P. G., ca în cadrul comemorării împlinirii a 100 de ani de la nașterea lui I. V. Lenin, să se angajeze în acțiunea creatoare de ridicare a productivității muncii, sursa cea mai însemnată de ridicare a bunăstării poporului sovietic și de construcție a societății comuniste.

Cel de-al 44-lea congres de toamnă a S.P.E.

Între 28 septembrie și 10 octombrie 1969 a avut loc cel de-al 44-lea congres de toamnă al SPE of AIME (Society of Petroleum Engineers of America Institute of Mining Engineering), în localitatea Denver din S.U.A.

Acest congres a depășit în amploare cele 43 de congrese anterioare, înregistrînd peste 4 000 participanți și 163 de comunicări, care au fost discutate în 33 de secții, a căror titulatură este următoarea: studii economice curente; conducere, condiții externe și diversificare; planificarea conducerii; modele de simulare; mecanica rocilor; forajul și noroaiele de foraj; diagrafia sondelor; forajul marin; analiza tranziției presiuni; geologia și caracteristicile zăcămintelor; proprietățile rocilor rezervor; petrofizica; descrierea zăcămintelor; mecanica fluidelor și recuperarea țițeiului; curgerea fluidelor în zăcămintele de gaze; simularea zăcămintelor; întrebuințarea calculatoarelor la evoluarea formațiunilor; punerea în producție a sondelor; stimularea sondelor; extracția marină; erupția artificială și automatizarea; injecția de gaze; injecția de apă; recuperarea termică; curgerea gazelor prin țevile de extracție și prin conducte; efectul compoziției gazelor asupra recuperării; probleme diverse la sonde; procesul și controlul coroziunii; optimizarea în industria de petrol; educație și profesionalism.

NOTE TEHNICE

Tendințe în dezvoltarea industriei de petrol și gaze în țările capitaliste din Europa

Europa Occidentală reprezintă una dintre zonele lumii capitaliste, a cărei producție de țiței nu satisface decît într-o infimă măsură trebuințele sale proprii de consum. Pînă nu de mult această zonă ocupa aproape ultimul loc printre celelalte zone producătoare de țiței și de gaze ale lumii.

Dar situația s-a schimbat din anul 1959, de cînd în Olanda s-a descoperit uriașul zăcămînt de gaze de la Slohteren și, mai ales, după anul 1965, cînd s-au precizat marile perspective de prezență a țițeiului și gazelor în zona de mică adîncime a Mării Nordului (platforma continentală).

Din cele 16 țări ale Europei Occidentale exploatarea industrială a zăcămintelor de țiței și de gaze se face numai în 7 țări (fig. 1 și 2), restul de 9 țări cu industrie dezvoltată nu dispun de zăcăminte proprii și sînt total dependente de importul produselor petroliere.

Producția de țiței în anul 1951 a țărilor Europei Occidentale a fost de 5 mil. t. Ca urmare a dezvoltării extracției țițeiului în R.F.G., a cărei producție între anii 1951 — 1964 are o creștere anuală de 10 ... 16%, precum și în Italia, care între anii 1955 — 1960 și-a ridicat producția anuală de țiței de la 100 mii t la aproape 2 mil. t, în anul 1959 producția de țiței a Europei Occidentale a depășit nivelul de 12,5 mil. t și a crescut în continuare ajungînd în anul 1967 la 17,64 mil. t, ceea ce reprezintă circa 1% din producția anuală de țiței a lumii. În anul următor, 1968, producția totală scade cu circa 2,5%, tendința de scădere urmînd probabil să se mențină în continuare și în perioada 1970 — 1980, deoarece în ultimii ani nu s-au mai descoperit zăcăminte noi importante, care să mărească rezervele de țiței și să acopere creșterea producției.

Rezervele de țiței ale acestor țări, care din anul 1950 și pînă în anul 1968 au crescut de 5,7 ori (fig. 3), reprezentînd

în acel an ca mărime absolută 239 mil. t, respectiv sub 0,5% din rezervele de țiței ale țărilor capitaliste și în curs de dezvoltare, au corespuns în ultimii 10 ani numai cu aproximație nivelului de producție, tendința în anii din urmă fiind de scădere.

În ritm rapid a crescut în țările Europei Occidentale producția de gaze naturale. În anul 1950 ea a fost sub 1,5 mild. m³, în anul 1960 — 13 mild. m³, ca să ajungă în anul 1968 la 39 mild. m³, reprezentînd circa 4% din producția totală a țărilor capitaliste și în curs de dezvoltare. Ritmul de creștere a producției țărilor componente se vede în figura 2.

Pînă în anul 1959 producția de gaze a crescut mai cu seamă în Italia, ea avînd pînă în 1967 un ritm anual de creștere de 5 — 8%.

Cu punerea în exploatare în anul 1967 a zăcămîntului de gaze de la Le Laque, a crescut mult producția de gaze a Franței — circa 5 mild. m³/an.

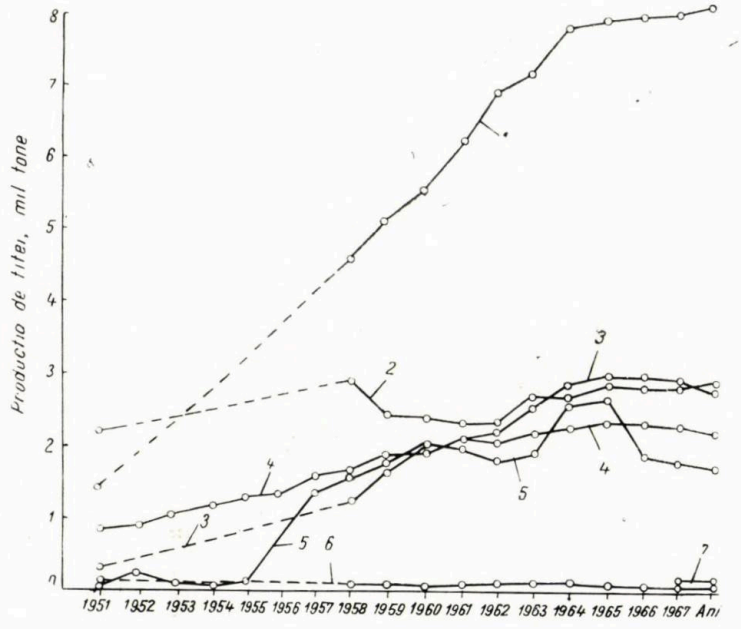


Fig. 1. Dinamica producției de țiței între anii 1951 — 1968 a țărilor Europei Occidentale:
1 — R.F.G.; *2* — Austria; *3* — Franța; *4* — Olanda; *5* — Italia; *6* — Marea Britanie; *7* — Spania.

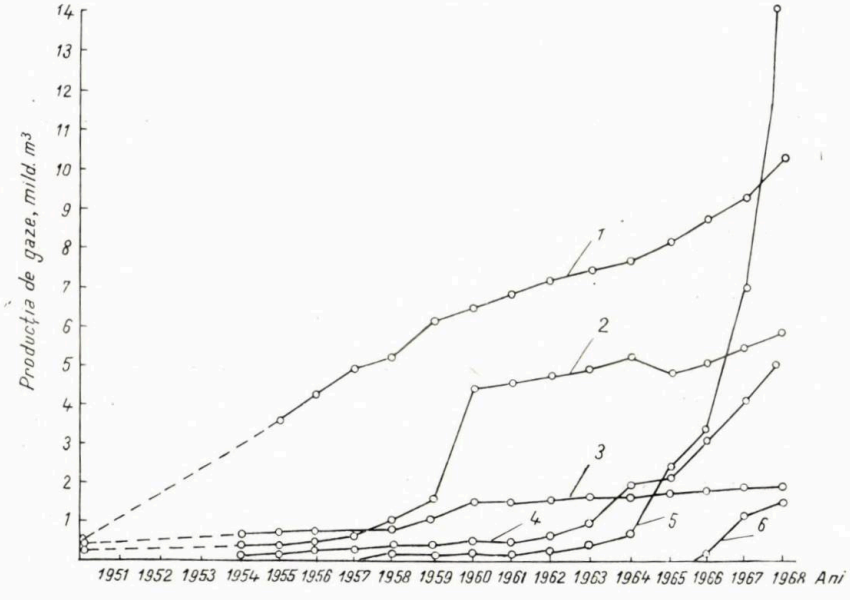


Fig. 2. Dinamica producției de gaze naturale între anii 1951 — 1968 a țărilor Europei Occidentale:
1 — Italia; *2* — Franța; *3* — Austria; *4* — R.F.G.; *5* — Olanda; *6* — Marea Britanie.

Din anul 1961, după punerea în exploatare a zăcămîntului uriaș de gaze de la Slohteren, producția de gaze a Olandei și R.F.G., a avut pînă în anul 1966 o creștere medie de 15 — 20%.

În R.F.G. producția a cuntinuat să crească, respectiv cu 16% în 1967 și 38% în 1968. În anul 1969 se așteaptă o creștere de 24%, iar în 1970 — de 15%.

În Olanda creșterea producției de gaze a fost de 117% în anul 1967 și de 100% — în 1968. După terminarea forajului de exploatare a zăcămîntului Slohteren, respectiv spre sfîrșitul anului 1975, producția de gaze va putea să crească pînă la 40 — 50 mild. m³.

Marea Britanie a avut prima producție de gaze de 1,2 mild. m³ în anul 1967, obținută din zăcămintele marine ale sectorului său din Marea Nordului, zăcăminte descoperite și explorate în anii 1965—1966. Se așteaptă ca în anul 1970 din aceste zăcăminte să se extragă circa 20 mild. m³, iar în 1980 — 41 mild. m³. Este probabil că în viitorul apropiat Marea Britanie va deveni principala țară producătoare de gaze a Europei Occidentale.

Rezervele explorate de gaze naturale în Europa Occidentală au un ritm foarte intens de creștere (fig. 4). În anul 1966 el era de 30%, iar în 1967 — aproape 53%. Față de rezervele mondiale de gaze, cele ale Europei Occidentale reprezentau cîteva procente înainte de anul 1959, în 1966 ele erau de acum 8,5%, iar în 1967 — 11,3%. Ca mărime absolută, rezervele de gaze la sfîrșitul anului 1968 ale Olandei erau de peste 3 000 mild. m³, iar ale Marii Britanii — de aproape 800 mild. m³.

Prezența țițeiului și a gazelor în platforma continentală a Mării Nordului este dovedită și mai la nord-vest de zona explorată a Marii Britanii. În apele norvegiene, la circa 240 km de Stavanger și de țărmurile Danemarcei și Scoției, două sonde produc circa 1 mil. m³/zi gaze și circa 240 t/zi țiței cu gr. sp. de 0,775 gf/cm³. În apele Olandei, la 64 km de țărm o sondă produce 538 mii m³/zi gaze de la 3 160 m adîncime. În zona Danemarcei o sondă a prezentat viituri neindustriale de țiței și gaze. În zonele R.F.G. și Franței lucrările de explorare pe mare nu au dat pînă în prezent rezultate pozitive. În zona Mării Adriatice, la gura fluviului Po și mai la sud (Ravenna, Corsini, Garibaldi, Sangro) Italia dispune de zăcăminte de gaze descoperite cu rezerve de 20—30 mild. m³ fiecare.

Europa Occidentală consumă circa 30% din consumul total de țiței și produse petroliere ale țărilor capitaliste și în curs de dezvoltare și peste 5% din acela al gazelor naturale, cu precizarea că pînă în anul 1975 consumul de gaze naturale va devansa pe acela al țițeiului, ajungînd la 120 — 140 mild. m³/an.

Volumul consumului intern de țiței și produse petroliere al Europei Occidentale în prezent depășește de peste 26 de ori posibilitățile proprii ale producției de țiței, iar rezervele de țiței pot asigura consumul numai pe timp de 0,5 ani. Cu

alte cuvinte ţările capitaliste ale Europei Occidentale vor fi obligate să-şi asigure continuu cea mai mare parte a consumului intern pe seama importului de ţiţei, a cărui creştere anuală este în medie de 10 %.

Se apreciază că în anul 1980 consumul de ţiţei şi de produse petroliere a Europei Occidentale va creşte de 1,9 ori faţă de anul 1967, iar producţia şi rezervele sale de ţiţei vor scade cu 26 %, respectiv 9 %, importul de ţiţei se va dubla şi cel de produse petroliere se va mări cu 45 %.

Rezervele explorate de gaze naturale asigură nivelul actual al consumului de gaze timp de 104 ani, iar extracţia — 128 ani, ceea ce înseamnă că producţia de gaze a Europei Occidentale este depăşită de consumul propriu cu numai 20 %.

Se apreciază că în următorii 10 ani consumul intern propriu de gaze va creşte continuu, iar asigurarea lui prin producţie se va menţine la nivelul de 80 %. Gradul de asigurare a consumului şi producţiei prin rezervele explorate de gaze într-o oarecare măsură se va micşora, dar chiar şi în anul 1980, cînd consumul şi producţia vor fi de 5 ori mai mari decît cele din anul 1967, acest grad de asigurare le va depăşi cu mai mult ca de 30 ori.

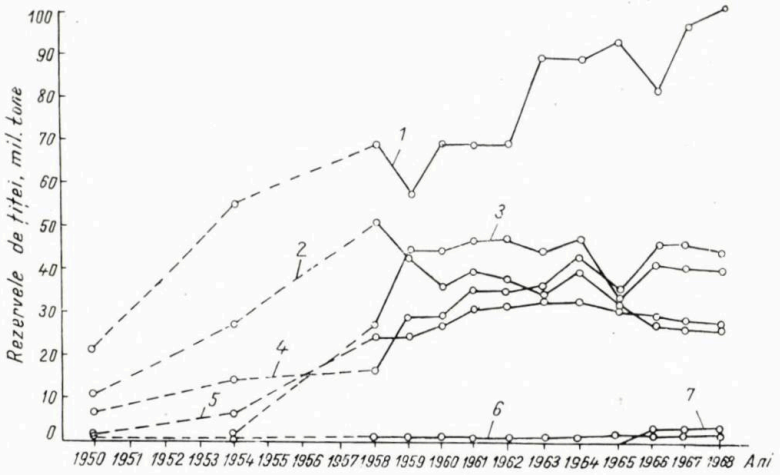


Fig. 3. Dinamica rezervelor de ţiţei explorate între anii 1951 — 1968 ale ţărilor Europei Occidentale :
1 — R.F.G.; *2* — Austria; *3* — Italia; *4* — Olanda; *5* — Franţa; *6* — Marea Britanie; *7* — Spania.

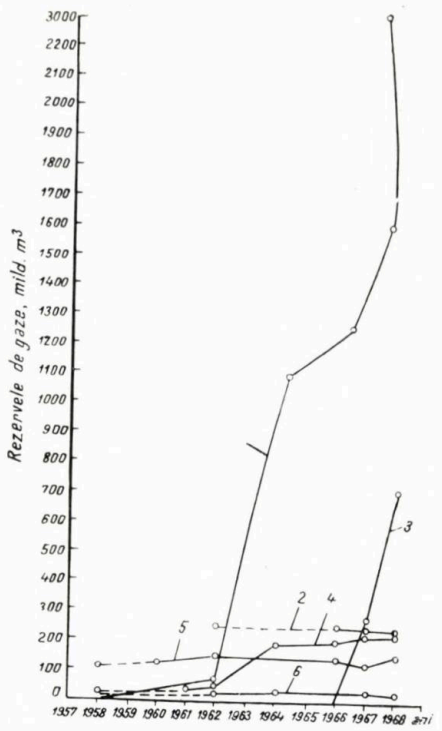


Fig. 4. Dinamica rezervelor de gaze naturale explorate între anii 1951 — 1968 ale ţărilor Europei Occidentale :
1 — Olanda; *2* — Franţa; *3* — Marea Britanie; *4* — F.G.; *5* — Italia; *6* — Austria.

DOCUMENTARE

Uzumov, E. I. **Influenţa presiunii interioare şi exterioare asupra stabilităţii longitudinale a tuburilor.** În : Nefteanoe hoziaistvo, **47**, nr. 10, oct. 1969, p. 4—6

Se cercetează problema stabilităţii longitudinale (flambajului) unei coloane de burlane sau ţevi, atunci cînd presiunea exercitată asupra ei nu este uniform distribuită şi constantă, ci variază după legile hidrostatice.

Plecînd de la constatarea că un tub înfundat la capete şi supus la presiune interioară sau exterioară uniform distribuită nu-şi pierde stabilitatea longitudinală, autorul conchide că problema determinării forţei, care influenţează această stabilitate, pentru cazul unei scheme concrete de solicitare, se simplifică mult dacă ea se compară cu cazul particular al presiunii multilaterale uniform exercitate.

Se analizează următoarele trei scheme :

1) capătul de jos al coloanei de burlane este încastrat, iar cel de sus — suspendat şi supus la o solicitare constantă şi egală cu greutatea proprie a coloanei ;

2) capătul de jos este încastrat, iar cel de sus — liber, greutatea coloanei fiind sub cea critică, cu menţinerea formei sale liniare de echilibru ;

3) greutatea coloanei de lichid se exercită periodic asupra capătului de jos al coloanei de ţevi (cazul extracţiei prin pompaj de adîncime).

Stabilind efectul forţelor exercitate în cele trei scheme considerate, autorul atrage atenţia asupra efectului de flambare a părţii de jos a coloanei de ţevi de extracţie la cursa în sus a pistonului în cea de a treia schemă, precizînd că în practica din U.R.S.S. de acest efect nu se ţine seama. *Totodată el relevă că savantul român Pîrvulescu, N. S., în lucrarea sa publicată de Academia R.P.R., volumul VII, nr. 2, 1962, ţine seama de acest efect şi menţionează măsurile potrivite pentru eliminarea lui.*

*** **Programul de explorare al Japoniei.** În Petroleum Press Service, **XXXVI**, nr. 11, 1969

Petroleum şi Natural Gas Resource Development Council, recent a întocmit un studiu asupra perspectivelor Japoniei pentru explorarea şi exploatarea petrolului şi gazelor. Se crede că acest raport care se află deja înaintat la M. I. T.I. va sta la baza unui nou plan cincinal pentru perioada 1970—1974. Se prevăd cheltuieli care să depăşească 50 000 milioane de yeni — sumă egală cu cheltuielile ultimilor 14 ani.

Din totalul celor 50 000 milioane de yeni, statului îi va reveni 11 miliarde de yeni — cuprinzînd 7,3 milioane de yeni afectaţi studiilor fundamentale, care vor fi efectuate de către agenţiile M. I. T. I. — iar 3,8 miliarde yeni fiind subvenţii

pentru întreprinderile particulare. Cheltuielile care sînt fixate de a fi efectuate de către aceştia din urmă, se ridică la 39 miliarde de yeni. Pe zone se atribuie părţii de uscat 26 miliarde de yeni, restul alocîndu-se lucrărilor offshore, numai pentru următorii 3 ani prevăzîndu-se 4 miliarde yeni pentru studiile fundamentale ale soclului continental. Scopul este de a se pune în evidenţă zonele de perspectivă pentru a convinge întreprinderile particulare de a se lansa în lucrări de explorare mai intensive.

Din momentul în care acest program a fost publicat, M. I. T. I. a făcut cunoscut principiile de bază ale proiectului de lege referitor la noua politică, privind platoul continental ce urmează a fi prezentat anul acesta Dietei. Se conferă lui M. I. T. I. dreptul de a controla operaţiunile offshore în legătură cu partea financiară cît şi cu cea tehnică. Se prevede ca explorarea să înceapă în cursul anului următor obţinerii concesiunii şi continuarea neîntîrziată a forajului în cursul anului următor ajutorului financiar prevăzut de către Petroleum Development Corporation pe durata operaţiunilor efectuate pe platoul continental al Japoniei. În prezent acestea nu sînt acordate decît pentru lucrările efectuate în străinătate.

Presupunînd reuşita ridicărilor aeriene şi seismice, platoul prevede forarea a 32 de sonde de explorare offshore pînă în 1974 în zona dimprejurul Hokkaido, în lungul coastei Pacificului la Honshu şi în partea de nord şi vest a Mării Japoniei. Raportul confirmă că forajul se va limita la adîncimea apei pînă la 200 m şi de asemenea se precizează limita minimă economică a unui zăcămînt offshore de rezerve dovedite. În lumina rezultatelor precedente, care indicau zăcăminte triasice sau cretacice, descoperirea mai multor cîmpuri de acest gen este considerată ca promiţătoare, în lumina proiectului luat în discuţie.

Se prevede ca pe uscat, efortul principal să fie îndreptat în zonele producătoare de petrol şi gaze existente de-a lungul coastei, la nord-vest de Honshu.

Explorarea însă a unor structuri promiţătoare cretacice de la Hokkaido şi Kyusku este în mod egal necesară. În plus, pentru partea de uscat, în plan figurează efectuarea unei prospecţiuni extensive geografice, seismice, gravimetrice şi magnetice şi forarea a 213 sonde dintre care 193 numai pentru regiunea dintre Tohuku şi Honshu.

Descoperirile ,,probabile'' de noi rezerve pe uscat, sînt stabilite la 4,3 milioane de kl de ţiţei şi 9 400 milioane m^3 de gaze naturale în structură. Pentru ţiţei, cifra reprezintă, simplu, ceea ce este necesar pentru menţinerea rezervelor la nivelul actual, după ce s-a ţinut seama de un nivel anual de producţie constant de 860 000 kl. În rezervele de gaze se prevede o uşoară creştere, producţia prevăzută în această perioadă fiind de 7 990 mil. m^3 — în care nu sînt incluşi 3 700 mil. m^3 de gaze.

Cifrele, retrospective cuprinse în raport arată că producţia anuală de ţiţei a fost ridicată de la 340 000 kl în 1954 la 860 000 kl în 1968, iar cea de gaze a fost mărită de la 140 mil. m^3 la 2 100 mil. m^3.

Din totalul cheltuielilor de 50 miliarde de yeni explorare/exploatare, din perioada primilor 3 ani ai cincinalului, 15 miliarde de yeni au fost furnizaţi de către stat.

*** **Vagoane gigantice pentru transportul produselor**· În Petroleum Press Service, **XXXVI**, nr. 11, 1969

Atelierele Metro-Cammell din Birmingham (Anglia) au livrat pentru Shell-Mex şi B. P. ultimile două vagoane cisterne de 100 tone. Cu aceasta se încheie o comandă în valoare de 3,5 milioane lire — reprezentînd costul a 556 de giganţi feroviari. Utilizarea în Marea Britanie, în anul 1966 a vagoanelor cisterne de cale ferată, cu două boghiuri, avînd o greutate brută de 100 t, a determinat creşterea sarcinii maxime pe osie de la 22,5 la 25 tone.

Înaintea acestor hotărîri a căilor ferate britanice, s-a întocmit un studiu pentru Shell-Mex şi B. P., asupra posibilităţilor, în urma căruia Metro-Cammell a lansat un prototip de vagon cisternă cu capacitatea de 20 000 galoane şi o greutate brută de 90 tone. În acest timp cele mai mari cisterne de cale ferată erau de 45 tone.

În comparaţie cu vagoanele mai mici, la cele de 100 tone se realizează o economie de 10% asupra preţului anual per tonă.

Un vagon cisternă de 100 tone cu o capacitate de 20 475 de galoane depăşeşte cu 3215 galoane sarcina utilă a două vagoane cu greutate brută de 45 tone. Precizînd — se poate spune că cu aceeaşi lungime de cale, o garnitură independentă de 20 de cisterne de 100 tone poate transporta 191 tone de benzină pentru automobile mai mult decît 40 de vagoane de 45 tone. Astfel se realizează o creştere a sarcinii utile cu 16,8% ca greutate şi 18,5% ca volum.

Aceste avantaje au determinat şi alte societăţi petroliere de a comanda pentru 145 de unităţi astfel că mai mult de 700 de vagoane au fost executate de către firma Metro-Cammell în ultimii trei ani şi jumătate.

Văzut din avion, o garnitură independentă de astfel de vagoane de 100 tone, avînd fiecare o lungime de peste 17 m fiecare, apare mai mult ca o conductă mişcătoare.

Astfel de trenuri au fost introduse treptat de către căile ferate britanice, pe principalele artere, pentru transportul produselor petrolifere de la rafinării la punctele de distribuire sau la marii consumatori. Timpul de descărcare şi întoarcere a unei garnituri independente nu este decît de două ore. Anul trecut Shell-Mex şi B. P. care au în exploatare 6 600 vagoane cisterne de 45 şi 100 tone au transportat pe cale ferată aproape 8,5 milioane de tone de produse, tonaj care este în creştere în fiecare an.

N i k a n o r o v, N. N. ş. a. **Parametri raţionali pentru regimul de foraj cu turbina**. În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 10, oct. 1969, p. 20—22

Rezultatele cercetărilor cu hidroturbotahometrul efectuate la săparea sondelor de pe insula Pesceanîi au permis să se determine parametrii regimului raţional de foraj cu turbina — apăsarea axială şi viteza de rotaţie a sapei, pentru toate succesiunile de strate ale profilului geologic.

S-au stabilit următoarele criterii pentru parametrii raţionali :

— în roci moi şi de tărie medie (cu $\sigma \leqslant 100$ kgf/mm²) — mărimea pătrunderii maxime a dinţilor în rocă la o rotaţie a sapei ;

— în roci tari şi dure (cu $\sigma > 100$ kgf/mm²) — viteza mecanică maximă de foraj.

Justeţea criteriilor găsite este explicată prin congruenţa lucrului mecanic specific minim cu pătrunderea maximă a dintelui şi confirmată prin rezultatele practice obţinute.

S e i d -R z a, M. K. şi colab. **Cercetări experimentale pentru determinarea deformaţiei turtelor de noroi aflate sub acţiunea căderii de presiune.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 11, noiemb. 1969, p. 14—16

Se descrie construcţia aparatului pentru studierea fenomenului de prindere, cu ajutorul căruia se pot face cercetări la căderi mari de presiune şi se poate măsura în aceste condiţii cu multă exactitate grosimea turtei de noroi.

Pe cale experimentală s-au determinat caracterul variaţiei în timp a grosimii turtei de noroi şi mărimea deformaţiei sale produsă prin presare la diferite căderi de presiune.

Se arată că turta de noroi aflată la contactul cu prăjina de foraj suferă cea mai mare deformaţie în primele 20...30 minute, iar după scurgerea a 3...4 ore deformaţia turtei aproape încetează.

S-a stabilit, că în condiţiile sondei turta de noroi este foarte rezistentă, ajungînd la un efort unitar de 33 kgf/cm² după scurgerea a 40 min şi o cădere de presiune de 50 kgf/cm².

Se ilustrează mecanismul de prindere a prăjinii de foraj în turta de noroi.

Se cercetează influenţa diametrului şi greutăţii prăjinii de foraj asupra deformaţiei turtei şi, totodată, se arată metoda pentru determinarea ariei nominale de contact între suprafeţele prăjinii de foraj şi a turtei de noroi pentru orice durată de contact între suprafeţele menţionate.

Şahmaev, Z. M. şi Asadullin, S. S. **Determinarea presiunii hidrodinamice a lichidului aerat exercitată pe talpa şi pereţii sondei, ţinînd seama de mişcarea relativă a aerului.** În : Nefteanoe hozeiastvo, **47**, nr. 11, nov. 1969, p. 17—19

Se deduce ecuaţia pentru determinarea presiunii hidrodinamice a lichidului aerat exercitată pe talpa şi pereţii sondei, ţinînd seama de influenţa mişcării relative a aerului asupra greutăţii specifice a amestecului apă—aer.

Se arată, că raportul $\frac{u}{v_{lo}}$, în care u este viteza mişcări relative a aerului, iar v_{lo} — viteza raportată a mişcării lichidului, şi care este cuprins în ecuaţia dedusă, caracterizează influenţa mişcării relative a aerului asupra greutăţii specifice a amestecului şi asupra presiunii hidrodinamice exercitate pe talpa şi pereţii sondei.

Pe baza calculelor efectuate cu datele experimentale şi cele obţinute cu ecuaţia stabilită s-au dedus valorile $\frac{u}{v_{lo}}$ pentru diferite mărimi ale vitezei raportate a mişcării lichidului v_{lo}, presiunii p şi gradului de aerare a.

S-au trasat curbele relaţiei $\frac{u}{v_{lo}}$ în funcţie de p şi v_{lo} şi se recomandă utilizarea lor în cadrul calculelor presiunii hidrodinamice a lichidului aerat exercitată pe talpa sondei.

Bulatov, A. I. şi colab. **Influenţa electroliţilor asupra proprietăţilor reologice ale pastelor de ciment.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 11, nov. 1969, p. 23—27

Se prezintă rezultatele cercetărilor reologice efectuate cu viscozimetrul capilar ale pastelor de ciment ţinute la temperatura de 85°C, ceea ce corespunde în linii generale condiţiilor de cimentare a sondelor adînci forate în Povoljie inferior.

S-a stabilit că prin tratarea cu electroliţii KCl şi NaCl a pastelor de ciment, caracteristica lor hidraulică se îmbunătăţeşte mult, iar prezenţa bişofitului ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) provoacă formarea intensă a structurii.

S-a găsit că adaosul de carnalit ($KClMgCl_2 \cdot 6H_2O$) cu conţinut preponderent de Mg^{++} accelerează formarea structurii, iar cu conţinut preponderent de K^+ contribuie la încetinirea formării structurii.

Rezultatele obţinute explică fenomenul de îngroşare prematură a pastei în procesul de cimentare a sondelor forate în depozitele halogene ale Povoljie inferior. Pentru a preveni amestecarea pastei de ciment cu fluidul de foraj saturat cu bişofit se propune plasarea în faţa pastei de ciment a unei perne de lichid saturat cu halit (NaCl) sau de fluid pe bază de produse de petrol.

Bernştein, M. A. şi Cicerov, L. G. **Influenţa apei reci şi calde pompate în sondă asupra etanşeităţii spaţiului inelar.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 11, noiemb. 1969, p. 33—36

Se examinează rezultatele determinării pe cale analitică a eforturilor provocate în elementele găurii de sondă (coloană şi inel de ciment) în cazul schimbării temperaturii în sondă.

Pînă în prezent nu s-a efectuat un calcul analitic al stării de tensiune a elementelor găurii de sondă, atunci cînd în interiorul ei variază temperatura.

Caracterul şi mărimea eforturilor obţinute prin calcul arată că, injecţia apei reci pentru menţinerea presiunii de strat, în afară de răcirea stratului, care reprezintă principalul neajuns, mai contribuie şi la pierderea etanşeităţii sondelor de injecţie şi la comunicaţia spontană între strate.

Acest fenomen natural, în articol, se fundamentează teoretic şi se confirmă prin rezultatele obţinute din calcule.

Malofeev, G. E, şi Kennavi, F. A. **Estimarea comparativă a formulelor pentru calculul încălzirii stratului la injecţia în el a aburului :** În : Nefteanoe hozeiastvo, **47**, nr. 11, noiemb. 1969, p. 36—40

Se prezintă datele experimentale obţinute la determinarea distribuţiei (pe grosimea stratului) temperaturii medii obţinute în urma injecţiei în strat a aburului saturat uscat.

Se face analiza formulelor matematice existente pentru calculul încălzirii stratului prin procesul arătat mai sus. Confruntînd datele teoretice rezultate cu cele experimentale se face estimarea comparativă a formulelor analizate.

Baghirov, M. A. şi Nikolaev, B. P. **Răcirea zonei de talpă a sondei după oprirea operaţiei de încălzire.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 11, noiemb. 1969, p. 45—48

Se deduce soluţia analitică a ecuaţiei conductibilităţi termice, ecuaţie care defineşte procesul de răcire a zonei de talpă a sondei după oprirea operaţiei de încălzire. Pe baza soluţiei obţinute s-au trasat o serie de curbe ale relaţiilor, care exprimă unele legi ale procesului de răcire a zonei de talpă.

Se arată variaţiile de temperatură produse în procesul de răcire, corespunzătoare diverselor durate de încălzire a zonei de talpă şi se stabileşte influenţa formei caloriferului electric de fund asupra procesului de răcire.

Autorii mai stabilesc relaţia între raza de influenţă a acţiunii de încălzire şi durata de răcire a zonei de talpă, precum şi relaţia între durata admisibilă de oprire a procesului de răcire şi durata încălzirii prealabile a zonei de talpă a sondei.

* * * **Conducte de gaze cu diametrul de 2,5 m în Siberia.** În : Petroleum Press Service, **36**, nr. 10, oct. 1969, p. 366—367

Pentru exploatarea zăcămintelor de gaze din Siberia s-a întocmit proiectul ,,Nordic'' sau Severnîi, care urmează a fi realizat în cursul următorilor zece ani. În principal, este vorba de construcţia a patru conducte paralele, care pleacă din Siberia de la Nadîm, din regiunea Tiumen, către vest, din care două conducte cu un diametru de 1 420 mm, iar celelalte două cu diametrul de 2 500 mm. Din aceste conducte magistrale vor pleca branşamente către, principalele centre de consum ale teritoriului european al U. R. S. S. Reţeaua de gaze Severnîi va totaliza o lungime de 28 000 km, iar valoarea investiţiilor va însuma 7 800 mil. ruble (circa 3 600 mil. £, la schimbul oficial).

Din cauza temperaturilor scăzute, care coboară iarna la — 45°C, solul este îngheţat pînă la adîncimea de 300 — 500 mm, creînd mari dificultăţi, atît la pozarea, cît şi la întreţinerea conductelor.

Se prevede că producţia de gaze a U. R. S. S. va creşte de la 185 mrd. m^3 în anul 1969, la 700 mrd. m^3 în anul 1980. Cele mai importante rezerve de gaze sînt cele de la Tiumen, care se cifrează la circa 5 trilioane m^3 şi care, găsindu-se la adîncimi relativ mici şi cu debite enorme la sonde, oferă cele mai avantajoase condiţii de exploatare.

În anul 1969 va fi terminată jumătatea vestică a uneia din conducte cu diametrul de 1 220 mm. Lucrările au început pentru jumătatea estică, cu secţiunea de 1 420 mm, care va fi terminată în 1972. Cu titlul experimental vor fi pozate două extensiuni de 5 km de conductă cu diametrul de 2 500 mm, una la mijlocul arterei principale Severnîi, iar cealaltă la capul estic al arterei. Institutul ucrainian de sudură electrică, în colaborare cu alte institute ştiinţifice, a pus la punct o metodă de sudură în spirală a acestei conducte, fabricată de uzinele metalurgice Jdanov din Donbas, deocamdată în cantitate limitată. Pozarea ei s-a făcut în trei situaţii diferite : îngropată, suprasol şi acoperită cu pămînt ; suspendată pe suporţi de beton pînă la 2 m înălţime, observîndu-se influenţa variaţiilor extreme de temperatură.

Staţiile de compresoare care vor fi instalate în lungul arterei principale Severnîi vor însuma o putere de 9,7 mil. kW.

Van Rosum, J. J. şi colab. **Cuptoarele verticale din rafinării oferă avantaje importante.** În: Oil and Gas international, **9**, nr. 10, oct. 1969, p. 106 — 112

În rafinăriile grupului Shell sînt în funcţiune circa 250 de cuptoare verticale de tipul BIPM, care au confirmat avantaje practice superioare faţă de alte tipuri de cuptoare. Aceste avantaje sînt :

1. Eficiența mare, care poate atinge 88% din valoarea calorică a combustibilului utilizat, dacă cuptorul este prevăzut cu o secțiune de convecție cu preîncălzirea aerului de combustie sau cu recuperarea căldurii gazelor evacuate.

2. Suprafața redusă a pereților secțiunilor de radiație, compuse din mai multe celule prefabricate, grupate în dreptunghi sau în pătrat.

3. Operația simplă a cuptorului, la nivelul solului, cu două arzătoare la fiecare celulă.

4. Flexibilitatea combustiei, arzătoarele putînd funcționa simultan cu gaze și cu reziduuri lichide grele.

5. Structura exterioară simplă și timpul scurt de montare pe o suprafață de teren minimă, ceea ce reduce investiția generală și cheltuielile de construcție.

Schema de ansamblu arată sumar compunerea cuptorului tip BIPM. În secțiunea de radiație se utilizează serpentine din țevi normale de oțel-carbon, dacă temperatura nu depășește 400°C și mediul nu este corosiv. Pentru alte condiții, se indică țevile de oțel cu Cr-Mo sau cu Cr-Ni-Mo. Țevile sînt suspendate în interior, lîngă pereții verticali ai celulelor, cu ajutorul unor dispozitive de susținere așezate la exterior, deasupra celulelor. Din această cauză, secțiunea de convecție se așază separat, lîngă secțiunea de radiație, și cuprinde blocuri de serpentine dispuse orizontal. Gazele de ardere ce ies prin partea superioară a secțiunii radiante traversează de sus în jos secțiunea de convecție și apoi sînt trimise la un singur coș de evacuare. Structurile exterioare ale ambelor secțiuni sînt izolate la interior cu un strat de beton refractar, care rezistă la temperaturi de pînă la 1 200°C. Această căptușeală este mult mai ușoară (200 kg/m^2) și mai ieftină (50%) decît căptușeala de cărămizi refractare (600 kg/m^2).

Arzătoarele utilizate sînt de tipul Lyunet; cu tiraj forțat, permițînd folosirea simultană, în amestec, a oricărui combustibil lichid sau gazos produs de rafinărie. Un aparat înregistrator de temperatură controlează și reglează automat alimentarea arzătoarelor. Cuptoarele de tipul BIPM sînt folosite — cu unele modificări impuse de procesul tehnologic — în diferitele instalații ale rafinăriilor. Astfel, cele folosite la distilarea primară a țițeiului cuprind un grup de două sau de patru celule de radiație, cu unul sau cu două arzătoare la fiecare celulă. Aceste arzătoare sînt calculate pentru un consum de 750 kg/oră combustibil greu. Țevile serpentinei sînt confecționate din oțel cu 5Cr-0,5 Mo. Cuptoarele instalației de distilare în vid folosesc serpentine mai complicate, deoarece diametrul țevilor trebuie să fie mărit în direcția curgerii materialului încălzit. Pentru unitățile de reformare catalitică, unde temperatura este mare și mediul mai puțin corosiv, se recomandă să se utilizeze un recuperator de căldură în secțiunea de convecție a cuptorului și țevi de oțel cu 2,25 Cr-1 Mo. În schimb, la unitățile de hidrosulfurare este mai economic să se înlocuiască secțiunea de convecție cu un recuperator de căldură, din cauza costului prea ridicat al țevilor din oțel austenitic inoxidabil, care sînt necesare în această secțiune. Proiectarea corectă a serpentinelor și a arzătoarelor pentru cuptoarele instalațiilor de cracare catalitică are o importanță esențială în realizarea unei distribuții egale a fluxului de căldură. Țevile acestor cuptoare sînt de oțel cu 5Cr-0,5 Mo.

Gérome, Jean-Jacques. **Din realizările industriei franceze în domeniul exploatării submarine a țițeiului** În: L'Industrie du pétrole en Europe. Gaz Chimie, **37,** nr. 402, oct. 1969, p. 30—37

Cea mai mare adîncime a apelor mării la forajele marine actuale este cea de pe platforma continentală a Californiei, unde se forează la circa 350 m sub apă. Peste adîncimea de 200 m a apelor, procedeele de foraj de pe platformele marine clasice nu mai sînt posibile. Industria franceză (grupul Elf) a realizat platforma oscilantă Elf Ocean, experimentată cu succes în apele golfului Gasconiei; iar Compagnie Française des Pétroles, în cadrul Comitetului de studii marine (CEM) a realizat prima instalație de foraj integrat, de pe această platformă, destinată forării sondei Well Bravo, din Golful Persic. În ansamblul instalațiilor realizate pentru această sondă se cuprinde și capul de erupție așezat pe fundul mării, cu conductă de erupție colectoare și două separatoare submarine.

Pentru intervenții la sonde s-au realizat două dispozitive: a) un tablou cu cablu, care operează de pe o navă ancorată deasupra capului de sondă și b) un troliu submersibil, denumit „Flopetrol", care se fixează pe capul de sondă și este acționat electric, comandat de pe nava de serviciu, prin cablu electric.

Operațiile de schimbare a sculelor se face cu scafandri, care sînt coborîți la troliu submersat cu ajutorul unui submarin, denumit „Total Sub 01".

Toate aceste instalații au fost transportate cu nava de serviciu „Ajax", în octombrie 1968, în zona schelei submarine Zakum, Golful Persic.

Pentru depozitarea țițeiului, grupul francez Elf a construit un rezervor experimental din beton armat pretensionat, la gura rîului Adour, din Golful Gasconiei. Rezervorul experimental, cu o capacitate totală de 8 900 m^3 (7 800 m^3 capacitate utilă) cîntărind 6 700 t, va fi cufundat și așezat pe fundul Golfului Gasconiei, în vara anului 1970.

SCURTE ȘTIRI

Producția de țiței a Poloniei va atinge cifra record de 2,3 mil t în anul 1975

Noul plan de dezvoltare a industriei de petrol a R. P. Polone prevede mărirea de peste cinci ori a producției actuale de țiței (420 000 t), în perioada 1970—1975, pînă la nivelul de 2,3 mil t.

Concomitent, producția gazelor naturale va crește rapid de la 4,2 mrd. m^3 în 1970, la 10,7 mrd. m^3 în 1975.

Participarea R. P. Ungare la forajele din Irak

Interprinderea de stat Iraq National Oil Co a încheiat o convenție cu R. P. Ungară, prin care un grup de experți maghiari vor da asistență tehnică la forajele din zona marină a regiunii Rumeilah (Sudul Irakului) pentru exploatarea petrolului. Totodată s-a discutat lărgirea cooperării și la exploatarea altor zăcăminte de gaze naturale și țiței din Irak. Recent, s-a semnat un contract în valoare de 1,06 mil. £, în baza căruia interprinderea de stat maghiară va fora șase sonde în nordul regiunii Rumeilah.

Creșterea producției de țiței a U.R.S.S.

În perioada 1967—1969, producția de țiței a U. R. S. S. a crescut cu 7%. În primele trei trimestre ale anului 1969 creșterea a fost de 5%, corespunzătoare unei producții anuale de 242 mil t.

Producția gazelor naturale, în perioada ianuarie — septembrie 1969 a însumat circa 134 miliarde m^3, ceea ce reprezintă o creștere de 7% față de perioada corespunzătoare din 1968, aceeași ca și creșterea din anul 1968 față de 1967.

Conducta de țiței Eilat-Ashkelon va intra în funcțiune

Întreprinderea de stat Mekeror din Izrael anunță că proiectul conductei de țiței, cu diametrul de 42 in, în lungime de circa 256 km, care leagă portul Eilat

de pe țărmul Mării Roșii, cu portul Ashkelon de pe coasta Mediteranei, traversînd deșertul Negev, a cărui realizare a început doi ani mai înainte, va fi terminat cel mai tîrziu la începutul anului 1970.

Inițial, capacitatea de transport a conductei va fi de 20 mil t/an și va ajunge la 60 mil t/an în stadiul final, ceea ce reprezintă o treime din tonajul petrolului transportat prin canalul de Suez, înainte de închiderea lui în iunie 1967. Supertancurile petroliere care încarcă acest țiței din țările exportatoare ale Orientului Mijlociu, nu vor mai ocoli pe la Capul Bunei Speranțe ci vor descărca la Eilat. Aceste supertancuri n-ar putea traversa Canalul de Suez în cazul cînd el se va redeschide, din cauza dimensiunilor mari.

Izraelul proiectează să construiască o rafinărie și o uzină petrochimică la Ashkelon, pe coasta Mediteranei.

Laboratoare instalate de Institutul Francez de Petrol în schelele petroliere din Irak

Ca urmare a unei convenții semnate recent la Bagdad, între INOC (Iraq National Oil Co) și IFP (Institut Français de Pétrole), acesta din urmă va instala laboratoare de cercetare în schelele petroliere din regiunea Basrah, pe care le va înzestra cu experți și tehnicieni pînă în anul 1971.

IPP și-a luat sarcina de a pregăti tehnicieni irakieni pentru deservirea acestor laboratoare.

Siria va exporta 7,5 mil t țiței în 1971

Actuala conductă de țiței de la Kartchuk la Tartus, prevăzută cu trei stații de pompe, are o capacitate de transport de 4 mil t/an. Ea va fi înzestrată în a doua etapă cu alte două stații de pompare, la Halska și Salniya, ceea ce va permite mărirea capacității de pompare la 7,5 mil t/an.

Singura rafinărie a Siriei, cea de la Homs, are capacitatea maximă de prelucrare de 2,7 mil t/an și este legată printr-o conductă cu Damascul, Alep și Latakiei.

Se subliniază faptul că 75% din bugetul de dezvoltare al Siriei pentru 1970 este alocat sectorului petrolier.

Guvernul de la Abu Dhabi

Urmărind deaproape anunțul conform căruia descoperirea japoneză din largul Mubarraz este comercială, guvernul Abu Dhabi descoperă de data aceasta pe uscat, țițeiului, cu ajutorul grupului Phillips.

Concesionarii sînt nou veniți în Principatele de pe Coasta Piraților, unde două societăți deja stabilite, filiale ale lui BP/CFP și Irak Petroleum, în cursul primelor opt luni ale anului au produs în total 19 360 000 t.

Abu Dhabi Oil Co., filiala lui Maruzen, Daikyo și Nippon Mining au achiziționat în decembrie 1967 două concesiuni-abandonate de către Dhabi Marine Areas (BP/CFP).

Noul zăcămînt este situat la 45 mile vest de orașul Abu Dhabi, iar sonda de descoperire a dat de la o adîncime de 9 000 picioare, 3 000 pînă la 4 000 de barile/zi țițeiului de 33° API cu 1,2% sulf. O a doua sondă este în curs de foraj la 9 mile S—E de Mubarraz nr. 1.

Guvernul Yemenului de sud și societatea de stat algeriană Sonatrach participă cu 51% și respectiv 49% într-o nouă societate, care va avea sediul social la Aden. Obiectul va fi prospectarea, producția, rafinarea, transportul și distribuția petrolului. Sonatrach va pune la dispoziție experți, asistență tehnică și va forma personalul.

Irak National Oil Company a semnat un contract în valoare de 1 milion dinari irakieni (1 167 000 £) cu Trustul Ungar de Țiței și Gaz, pentru forarea a șase sonde pe zăcămîntul Nord-Rumaila.

Cea de-a doua sondă forată de către ERAP — Elf în provincia Amara din apropierea frontierei iraniene, a pus în evidență surse de țițeiului.

Producția iugoslavă de gaze naturale

Producția de gaze naturale din R.S.F. Iugoslavia s-a dezvoltat de la 53 mil m³, în 1960, la 584 mil m³, în 1968, și este estimată să atingă 700 mil, în 1969 și 2 500 mil, în 1975.

Perspectivele producției de Gaze naturale în R. P. Ungară

Producția de gaze naturale a R. P. Ungare, care a fost de 2,7 miliarde în 1968, va putea fi dublată pînă în anul 1975.

Consumul de gaze naturale va putea atinge în anul 1975 între 5,2 și 6,5 miliarde m³, din care o parte va fi livrată de U. R. S. S. în perioada 1974—1975. În 1980, R. P. Ungară va putea produce singură 8,5 miliarde m³ gaze, care vor fi distribuite în felul următor:

	1965	1980
	miliarde m³	
— Materie primă pentru fabricarea gazului de oraș	1,28	2—2,2
— Sursă de energie în industrie și în agricultură	0,51	2,2—2,5
— Consum comercial	0,05	0,6—0,7
— Sursă de energie electrică	0,40	2,6—2,9

Gazele naturale sînt folosite la propulsarea navelor maritime metaniere

Într-o comunicare făcută la recenta conferință a secției de turbine cu gaze a asociației American Society of Mechanical Engineers, ținută la Cleveland, S.U.A. s-a preconizat un nou mod de propulsare a metanierelor, și anume s-a propus ca instalațiile cu abur să fie înlocuite de turbine de aviație acționate cu gaze. Un dispozitiv de ardere a două tipuri de combustibili poate să evite variațiile de evaporare produse de variațiile climatice și de alte cauze (se știe că într-un climat rece evaporarea carburanților se reduce, după cum mișcările culeilor măresc evaporarea).

O metanieră a societății Marathon este deja propulsată de către un grup de turbine cu gaze, care folosesc două tipuri de combustibil FT4, pentru o putere nominală de 20 000 CP, cu un reductor de turație de la 3 600 la 100 rot/min, la elicea cu palete orientabile.

Proiectul unei conducte uriașe de gaze naturale în orientul mijlociu

La Ankara s-au început discuțiile între experți pentru construcția unei conducte pentru transportul gazelor naturale, în valoare de 350 mil, $, prin care se vor transporta gazele din Irak în Turcia. Se speră că pozarea conductei să înceapă în vara anului 1970. Gazele vor fi întrebuințate în primul rînd pentru scopuri industriale.

Conducta, în lungime de cira 1 600 km, va lega regiunea petroliferă Rumeilah din Irak cu Istambulul, traversînd cîteva orașe importante.

Explorări pentru petrol pe platforma continentală a R. P. Bulgaria

Un grup de circa 70 de experți sovietici efectuează actualmente lucrări de prospecții geofizice și geologice, pe platforma continentală a R. P. Bulgaria, de pe nava sovietică special amenajată, Juri Godin. S-a raportat că s-a stabilit prezența a zece structuri petroliere în vecinătatea capului Kaliakra din golful Varna și în alte trei regiuni.

Capacitatea totală a rafinăriilor din Spania

Capacitatea actuală a rafinăriilor spaniole se urcă la 34 mil t/an, repartizate astfel: 8 mil. t în rafinăriile Cepsa (din Santa Cruz de Tenerife) și Repesa (Escombrera); 4 mil t rafinăriile Petroliere (La Coruna), Cepsa (Algeciras), Rio Tinto Gulf (Huelia) și Esso Petroleos Espanols (Castellon).

Rafinăria Calvo Sotello (Puertollano) cu o producție de 2 mil t/an, este proiectată pentru a fi mărită la 6 mil t/an.

Revista PETROL ȘI GAZE, organ al Ministerului Petrolului și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sectorul I, telefon 14.72.10/130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, telefon 14.72.10/184 Bd. Nicolae Bălcescu, nr.16. cont 640 301.14, Banca Națională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorul I, București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8.
Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. nr. 10/50/1968.

Lei 8

I. P. I. — c. 5034

14330

Faites la publicité de vos produits dans la prese roumaine de spécialité

par

PUBLICOM

AGENCE
ROUMAINE
DE PUBLICITÉ

22, Bd. N. Bălcesco
Bucarest — Roumanie
Téléphone : 15.24.29 — 15.12.99
Adr. Télégr. : PUBLICOM
Bucarest

RÉCLAME

- *Moderne*
- *Frappante*
- *Efficiente*

adressée au marché roumain en pleine évolution

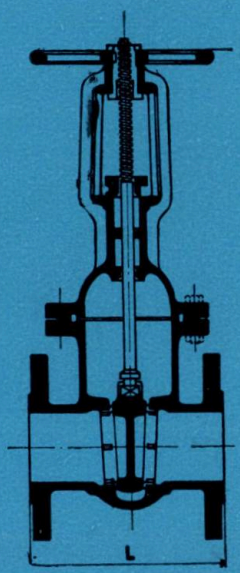
DE CE RAIMONDI?

Pentru că

prin experienţa noastră de peste 40 de ani, ne-am specializat în domeniul construcţiei de supape

Pentru că

datorită nivelului calitativ superior este greu să se găsească supape mai bune pe piaţă



Pentru că

avem o gamă largă de produse care cuprind vane de pînă la 60 ţoli conform normelor ASA, API, UNI şi DIN, precum şi supape fluture de pînă la 3 m.
(Cereţi cataloagele noastre complete aduse la zi)

Pentru că

prin organizarea noastră eficientă putem examina şi rezolva cu uşurinţă toate problemele Dvs.

Pentru că

prin termenele noastre de livrare foarte scurte vă putem garanta că toate supapele de uz curent se află pregătite în depozit

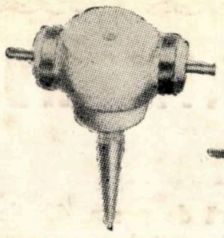
Pentru că

prin preţurile noastre vă putem prezenta oferte capabile să facă faţă oricărei concurenţe

Vizitaţi-ne!
Veţi găsi 700 de persoane la dispoziţia Dvs.

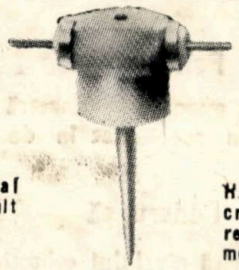
OFFICINE FONDERIE
CARLO RAIMONDI S. C. ş.a
20145 Milano — Via Prati, 9 (Italia)

DETECTOARE



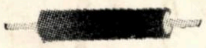
HS-J

Geofon subminiatural original, cel mai mult folosit în lume.



GSC-11D

Un nou geofon subminiatural cu bobină dublă, avînd cea mai înaltă ieşire în raport cu greutatea sa faţă de celelalte geofoane numerice existente pe piaţă.



MP-7

Hidrofon cu un singur cristal pentru folosirea economică a strimerului.

MP-8B

Hidrofon compact cu performanţă ridicată, sensibil la presiune, utilizabil pentru: lucrări marine în golfuri şi terenuri mlăştinoase.

SURSE DE ENERGIE

DINOSEIS* TRANSPORTAT AERIAN

Această adaptare de performanţă ridicată a explozorului cu gaze face accesibile zonele care sînt practic imposibil de atins cu alte tipuri de surse de energie.

*) DENUMIREA COMERCIALĂ SINCLAIR

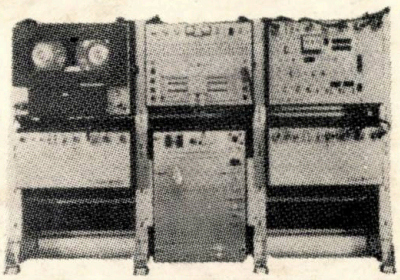
GEO SPACE
este o firmă cu experienţă în toată gama de aparatură geofizică

De la explozorul de gaze producător de unde de şoc şi pînă la echipamentul de laborator pentru prelucrarea datelor de teren, GEO SPACE oferă echipamente cu un grad avansat de proiectare şi verificare a performanţelor pentru fiecare treaptă în scopul obţinerii de informaţii seismice exacte şi semnificative.

GEO SPACE

5803 Glenmont Drive, Houston, Tex. 77036
Cable: GEOSPA • Telex: 077-374
Telephone: 713/666-1611

ÎNREGISTRATOARE DE TEREN



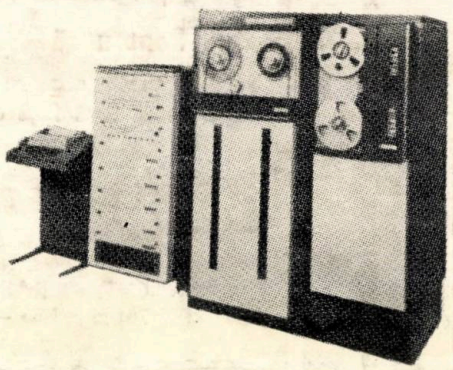
MODEL 1700
SISTEM NUMERIC PORTABIL

Este un sistem GEO Space complet, disponibil fie în format A fie în format B, transformabile în teren. Poate fi extins pînă la 60 de canale. Consumul total de energie este sub 400W. Este uşor portabil, fiecare unitate cîntărind mai puţin de 50 pfunzi (50 0,453 = = 22,65kg).

PRELUCRAREA DATELOR

CALCULATOR MODEL 1703

Pentru prelucrarea numerică, calculatorul model 1703 combină eficienţa economică cu elasticitatea în exploatare, el poate fi utilizat pentru corecţii, operaţii de editare şi schimbări de formate; cu conversie Analog la Digital şi Digital la Analog; formatele convertibile sînt între 7,9 şi 21 trase pe bandă.



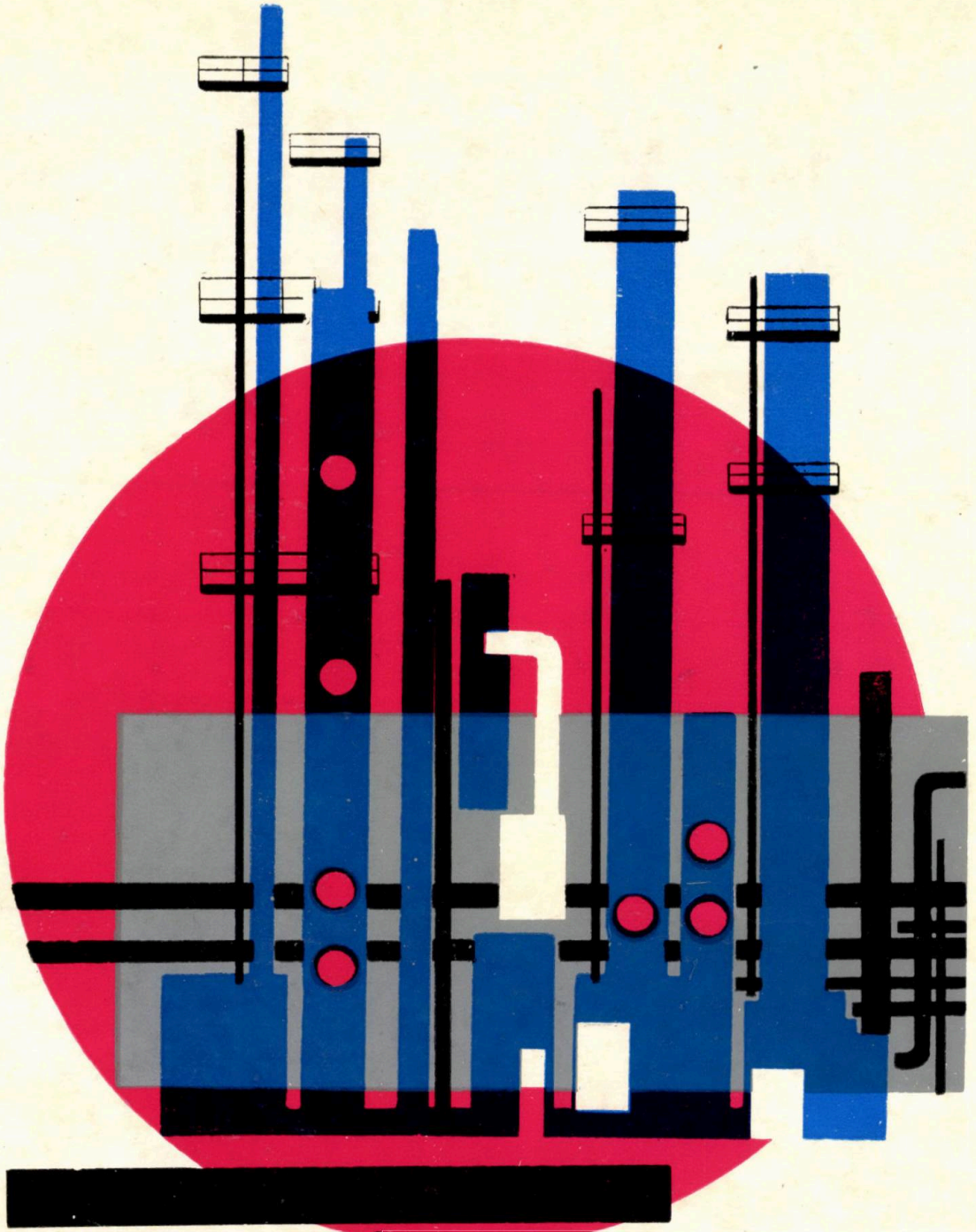
E 1445

9-04-001

PETROL ŞI GAZE

APRILIE 1970
Vol. 21 p. 193—256
BUCUREŞTI
ROMÂNIA

4



rafinaria PLOIEȘTI

Rafinăria Ploiești fabrică ulei de transformator Tr. 30 corespunzător celor mai exigente condiții calitative impuse de piața străină: V.D.E., British Standard.

Datorită faptului că se obține din țițeiuri selecționate, prin procese de rafinare adîncă, uleiul posedă calități superioare în ceea ce privește stabilitatea termică și constantele dielectrice, asigurînd o funcționare îndelungată a transformatorului în condiții de climat foarte variat.

S-au introdus în fabricație două sortimente de uleiuri albe tehnice de calitate superioară similare celor mai bune produse din străinătate.

Datorită calităților sale, uleiul alb ușor CRISTAL este folosit cu succes la fabricarea polietilenei, avînd rolul de eluent al inițiatorilor de polimerizare ai etilenei.

E 1445

VOL. XXI, Nr. 4
aprilie 1970

PETROL ȘI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacția: Bd. N. Bălcescu, 16 • Telefon 16.78.78 • BUCUREȘTI • ROMÂNIA

CUPRINS

I. D. Pîrcălăbescu și V. Pleșea: **Contribuții la cunoașterea compoziției mineralogice a rocilor unui anticlinal de vale din depozitele pliocene de la Bezid, din Bazinul Transilvaniei.** 199—207

Tr. Palada, M. Cristian și Al. D. Stan: **Mărirea eficienței operațiilor de fisurare hidraulică prin alegerea optimă a parametrilor tehnologici.** 208—213

Tr. Filotti, E. Georgescu, M. Barbul, V Bucur, I. Ghejan, T. Mazăre și T. Iost: **Investigații asupra funcțiilor unor catalizatori de tip platin — halogen pe alumină, prin reacții de dehidrogenare și dehidrociclizare.** 214—219

N. Pușcoiu: **Debitmetre de masă folosite la măsurarea producției de țiței și gaze.** 220—225

Gh. Smărăndache: **Considerații privind siguranța în funcționare în industria de petrol și gaze.** 226—232

E. Negrea și P. Constantinescu: **Unele probleme privind utilizarea „cotei pentru descoperirea rezervelor" și a altor surse proprii ca mijloace de finanțare a investițiilor în industria extractivă a petrolului** 233—236

A. Brădescu: **Exportul de produse petroliere și indicatorii rentabilității acestuia** 237—240

CRONICĂ 241—246

DOCUMENTARE 246—250

SCURTE ȘTIRI 250—252

RECENZII 252—256

COMITETUL DE REDACȚIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. GH. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂFRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. GH. GEORGESCU, econ. E. MAREȘ, prof. dr. docent ing. G. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. G. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUȘCOIU, ing. N. ROȘCA, ing. N. STOIANOV, ing. A. ZBEREA, ing. GH. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ

Redactor
Ing. Aurelia Buricatu

PETROM

EXECUTĂ:

În domeniul industriei de prelucrare a țițeiului următoarele lucrări:

cercetări, proiecte și documentații pentru instalații ce se livrează la export;

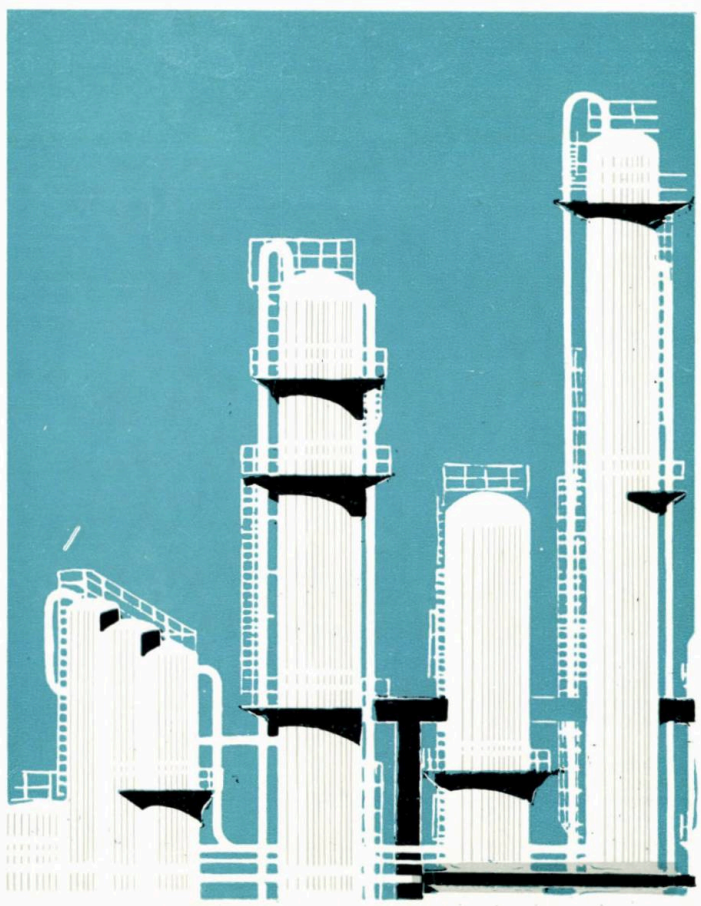
livrări de rafinării sau instalații complete cu acordare de asistență tehnică sau „la cheie";

studii în laborator și pe instalații pilot pentru diverse materii prime în vederea stabilirii tehnologiei optime de prelucrare;

asistența tehnică la montajul și punerea în funcțiune a instalațiilor livrate;

instruirea personalului străin pentru exploatarea instalațiilor livrate;

instalații de depozitarea și desfacerea produselor petroliere.



CONTENTS

I. D. Pîrcălăbescu, V. Pleşea : **Contribution to the knowledge of the mineralogical composition of the rocks of a valley anticline from the Pliocene deposits in the Bezid region, Transylvanian Basin.** 199—207

Tr. Palada, M. Cristian, Al. D. Stan: **Increasing the efficiency of hydraulic fissuring operations by the optimum choice of technological parameters.** 208—213

Tr. Filotti, E. Georgescu, M. Barbul, V. Bucur, I. Ghejan, T. Mazăre, T. Iost : **Investigations concerning the functions of the catlysts of the type platinum-halogene on alumina by dehydrogenation and dehydrocyclization reactions.** 214—219

N. Puşcoiu : **The mass flowmeters used to measure the crude oil and gas production.** 220—225

Gh. Smărăndache : **Considerations concerning the working safety in the oil and gas industry.** 226—232

E. Negrea, P. Constantinescu : **Some problems concerning the utilization of the „reserve d'scovery quota" and other proper sources as investment financing means in the oil extraction industry.** 233—236

A. Brădescu: **The export of oil products and the indexes of its profitableness** 237—240

I. D. Pîrcălăbescu, V. Pleşea: **Contribution to the knowledge of the mineralogical composition of the rocks of a valley anticline from the Pliocene deposits in the Bezid region Transylvanian Basin**

The microfaunistic association identified indicates that the studied profile belongs to the geological stratum of the Pontian.

The X-ray and differential thermic analyses indicate the prevalence in the studied samples of the minerals from the isomorphic family montmorillonite-nontronite to which the halloysite and the calco-sodic zeolithes are associated whereas the quartz and aragonite are in subordination.

The chemical elements identified by the spectral analysis confirm the mentioned mineralogical composition.

The presence of the layers containing argillaceous minerals in the bed of the sfudied valley explains the formation of the valley anticline.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 199
DC 553.782.2

Tr. Filotti, E. Georgescu, M. Barbul, V. Bucur, I. Ghejan, T. Mazăre, T. Iost : **Investigations concerning the functions of the catalysts of the type platinum-halogene on alumina by dehydrogenation and dehydrocyclization reactions**

The studies carried out with some catalysts with complex functions to which various introduction or elimination treatments of several acidulated components have been applied are presented.

The influence of these treatments on the different catalytic functions has been followed by dehydrogenation of cyclohexane and conversion of n-heptane in a microreactor coupled with a chromatograph.

The results expressed in terms of reaction speeds and selectivities of the dehydrogenation, dehydrocylization, isomerization and hydrocracking have demonstrated the positive influence of the chlorinated and oxidating treatment on the dehydrogenating metallic function and that of fluorination on the complex dehydrocylization function. From both the acidulated treatments and extraction of the acidity with ammonia, it resulted for the complex conversion reaction of n-heptane that the determining speed gradient was the formation of carbonium ion on the acid centers of the catalysts.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970. nr. 4, p. 214
DC 66.097.3:66.094.18

N. Puşcoiu : **The mass flowmeters used to measure the crude oil and gas production**

Different types of mass flowmeters that can be used for measuring the flow discharge are described. The working principles, constructive schemes and the mathematical relations on which the mass flowmeters are based are pointed out.

In order to obtain the greatest possible measuring accuracy, the author also makes some suggestions concerning the choice of flowmeters now available so that, according to the specific working conditions, the most adequate flowmeter could be used.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 220
DC 681.121:622.276.5

Gh. Smărăndache: **Considerations concerning the working safety in the oil and gas industry**

The author tries to extend a relatively new notion known from the literature under the name of "working safety" to the installations and equipments of the oil and gas industry.

The notion is presented as a complex characteristic of equipments and installations to be taken into consideration in their designing and exploitation.

It is suggested that the "working safety" be the characteristic in the light of which the equipment should be acquired from a supplier or another.

Some information is also given concerning the implications and exploitation costs resulting from the knowledge or ignorance of this characteristic of the installations and equipments.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 226
DC 622.24.05:665.6

СОДЕРЖАНИЕ

И. Д. Пыркэлэбеску, В. Плеша: К вопросу распознавания минералогического состава пород равнинного антиклиналя из плиоценновых залежей в области Безид, в Трансильванском бассейне. 199—207

Тр. Палада, М. Кристиан, Ал. Д. Стан: Повышение эффективности операции по гидравлическому разрыву пласта путём оптимального выбора технологических параметров 208—213

Тр. Филотти, Е. Жеоржеску, М. Барбул, В. Букур, М. Гежан, Т. Мазэре, Т. Иост: Исследования по функциям ряда катализаторов платино-галогенного типа на глиноземе посредством реакции дегидронизации и дегидроциклизации 214—219

Н. Пушкою: Массовые расходомеры применяемые для измерения производства нефти и газа 220—225

Г. Смэрэндаке: Соображения по поводу надёжности работы в нефтегазовой промышленности 226—232

Е. Негря, П. Константинеску: Ряд вопросов по применению „доли по раскрытию резервов" и других собственных источников в качестве средств по финансированию капитального строительства в нефтедобывающей промышленности. 233—236

А. Брэдеску: Экспорт нефтяных продуктов и показатели его рентабельности 237—240

И. Д. Пыркэлэбеску, В. Плеша:

К вопросу распознавания минералогического состава пород равнинного антиклиналя из плиоценовых залежей в области Безид, в Трансильванском бассейне.

Идентифицированная микрофаунистическая ассоциация указывает на приуроченность изучаемого профиля к геологическому ярусу понта. Анализы лучами X и термические дифференциальные анализы показали преобладание в изучаемых образцах минералов из изоморфного семейства монтморриллонит-нонтронитов, в которым присоединяются галлоисит и известко-натриевые цеолиты, а также кварц и арагонит. Химические элементы выявленные спектральным анализом подчеркивают упомянутый минералогический состав. Наличие в подстилающих слоях изучаемой долины глинистых минералов обьясняет образование антиклиналя долины

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 199
ДК 553.782.2

Тр. Филотти, Е. Жеоржеску, М. Барбул, В. Букур, М. Гежан, Т. Мазэре, Т. Иост:

Исследования по функциям ряда катализаторов платино-галогенного типа на глиноземе посредством реакции дегидронизацик и дегидроциклизации.

Приводят изучения проведенные по ряду катализаторов с комплексными функциям к которым применяли различные обработки по вводу или удалению ряда окисленых компонентовл Влияние этих обработок на различные каталитические функции наблюдали путём дегидрогенирования циклогексана и превращение n-гептана в микрореактор соединеный с храматографом. Результаты, выраженные посредством скоростей реакции и селективности реакции дегидрогенизации, дегидроциклизации, изомеризации и гидро-крекинга, показали положительное влияние хлорированной и окислительной обработок на функцию металлическои дегидрогенизации и фторирования на комплексную функцию дегидроциклизации. Как из окислительных обработках так и из экстракции кислотности аммиаком выявили для комплексной реакции по изменению n-гептана что определенная степень скорости является образованием иона карбония на кислотных центрах катализатора. »

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 214
ДК 66.097.3:66.094.18

Н. Пушкою:

Массовые расходомеры применяемые для измерения производства нефти и газа.

В статье описываются различные типы массовых расходомеров которые можно использовать для измерения движения нефти и газа. Описываются принципы по которым работают эти аппараты и приводятся их конструктивные схемы. Даются также и математические отношения на которых основываются массовые расходомеры. Для того что-бы получить наибольшую точность измерения, автор дает ряд рекоменцации по выбору одного или другого расходо мера сконструированного до настоящего времени, с тем что-бы в зависимости от специфических условии работы можно было бы использовать наиболее подходящий

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 220
ДК 681.121:622.276.5

Г. Смэрэндаке:

Соображения по надежности работы в нефтегазовой промышленности.

В данной статье автор пытается расширить относительно новое понятие, известное в специальной литературе под названием „надежность в работе" установок и оснащении в газонефтяной промышленности Это понятие приводится в качестве комплексной характеристики оборудования и оснащения, которую необходимо учитывать при их проектированнии и эксплуатации. Предлагают что-бы „надежность в работе" составляла характеристику которая диктовала бы покупку оснащения у того или другого поставщика Указываются также несообразность и расходы к которым ведут в эксплуатации незнание этой характеристики -оборудования и оснащения.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 226
ДК 622.24.05:665.6

INHALT

I. D. Pîrcălăbescu, V. Pleşea: **Beiträge zur Erkenntnis der mineralogischen Zusammensetzung der Gesteine einer Tal-Antiklinale in den Pliozänlagerstätten des Gebietes Bezidim Transsilvanischen Becken** 199—207

Tr. Palada, M. Cristian, Al. D. Stan: **Effizienzsteigerung bei den hydraulischen Spaltoperationen durch Optimalauswahl der technololgischen Parameter** 208—213

Tr. Filotti, E. Georgescu, M. Barbul, V. Bucur, I. Ghejan, T. Mazăre, T. Iost: **Forschungen in bezug auf die Funktion einiger Katalysatoren vom Typ Platin-Halogen auf Aluminiumoxyd durch Reaktionen der Dehydrierung und Dehydrozyklisierung** 214—219

N. Puşcoiu: **Massen-Durchflussmesser für die Bestimmung der Erdöl-und Erdgasproduktion** 220—225

Gh. Smărăndache: **Erwägungen in bezug auf die Betriebssicherheit in der Erdöl-und Erdgasindustrie** 226—232

E. Negrea, P. Constantinescu: **Einige Probleme in bezug auf die Nutzung der „Quote für die Erschliessung der Reserven" und anderer eigenen Mittel für die Finanzierung der Investitionen in dererdölfördernden Industrie** 233—236

A. Brădescu: **Export der Erdölerzeugnisse und dess Rentabilitätskennziffern** 237—240

I. D. Pîrcălăbescu, V. Pleşea: **Beiträge zur Erkenn'nis der mineralogischen Zusammensetzung der Gesteine einer Tal-Antiklinale in den Pliozänlagerstätten des Gebietes Bezid im Transsilvanischen Becken**

Die ermittelte Mikrofaunavereinigung weist auf die Zugehörigkeit des untersuchten Profils zur geologischen Stufe des Pontians hin.

Eine Analyse mit differenzierten X-und Wärmestrahlen ergab, dass in den untersuchten Proben die Minerale aus der isomorphen Familie der Montmorillonith-Nontronithen vorherrschen, in Verbindung mit Halloysith und Kalk-und Soda-Zeolithen und als Unterordnung Quarz und Aragonith.

Die chemischen Elemente, die durch die Spektralanalyse bestimmt wurden unterstreichen ebenfalls die erwähnte mineralogische Zusammensetzung. Das Vorhandensein der Schichten mit tonhaltigen Mineralien im Bett des erforschten Tales erklärt die Bildung der Tal-Antiklinale.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970. nr. 4, p. 199
DK 553.782.2

Tr. Filotti, E. Georgescu, M. Barbul, V. Bucur, I. Ghejan, T. Mazăre, T. Iost: **Forschungen in bezug auf die Funktion einger Katalysatoren vom Typ Platin-Halogen auf Aluminiumoxyd durch Reaktionen der Dehydrierung und Dehydrozyklisierung**

Die Verfasser beschreiben die Untersuchungen in bezug auf einige Katalysatorsen mit komplexen Funktionen, die verschiedenen Behandlungen zur Einführung und Ausscheidung einiger gesäuerten Komponenten unterzogen wurden. Der Einfluss dieser Behandlung auf die verschiedenen katalytischen Funktionen wurde durch die Dehydrierung des Zyklohexans und die Umwandlung des n-Heptans in einem, mit einem Chromatograph zusammengeschlossenen Mikroreaktor verfolgt. Die Ergebnisse, durch Reaktions- und Selektivitätsgeschwindigkeiten der Reaktionen der Dehydrirung, Dehydrozyklierung, Isomerisation und Hydrokrakung ausgedrückt, bewiesen den positiven Einfluss der chlorierenden und oxydierenden Behandlung auf die metallischen dehydrierenden Funktionen und der Fluorierung auf die komplexe dehydrozyklische Funktion. Sowohl die Säurebehandlung als auch die Säureextraktion mit Ammoniak ergaben, dass für die komplexe Umwandlungsreaktion des n-Heptans, die entscheidende Geschwindigkeitsstufe, die Bildung des Karboniumions auf den sauren Zentren der Katalysatoren darstellt.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 214
DK 65.097.3:66.094.18

N. Puşcoiu: **Massen-Durchflussmesser für die Bestimmung der Erdöl- und Erdgasproduktion**

Es werden verschiedene Typen von Durchflussmengenmesser, deren Arbeitsprinzip und konstruktiver Aufbau beschrieben. Ferner werden die mathematischen Relationen dargelegt, auf denen das Betriebsprinzip der Massendurchflussmesser beruht.

Um eine möglichst hohe Messgenauigkeit zu erzielen werden einige Empfehlungen hinsichtlich der Auswahl des einen oder anderen, bisher gebauten Durchflussmeessern gegeben, damit, im Verhältnis zu den spezifischen Arbeitsbedingungen, das geeigneteste Messgerät eingesetzt werden kann.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 220
DK 681.121:622.276.5

Gh. Smărăndache: **Erwägungen in bezug auf die Betriebssicherheit in der Erdöl-und Erdgasindustrie**

Der Verfasser versucht den Begriff „Betriebssicherheit" auf die Anlagen und Ausrüstungen der Erdöl-und Erdgasindustrie auszudehnen. Der Begriff wird als eine komplexe Charakteristik der Anlagen und Ausrüstungen dargelegt, die sowohl bei deren Entwicklung als auch Nutzung in Betracht gezogen werden muss.

Es wird vorgeschlagen, dass „Betriebssicherheit" als ein Kennzeichen gewertet werden soll, das beim Ankauf der Anlagen massgebend ist.

Desgleichen wird auf die Auswirkungen und Ausgaben hingeweisen, die die Kenntnis oder Nichtbeachtung dieses Kennzeichen der Ausrüstungen und Anlagen im Betrieb mitsichbringen.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 226
DK 622.24.0:665.6

SOMMAIRE

I. D. Pîrcălăbescu, V. Pleşea: **Contribution à la connaissance de la composition minéralogique des roches d'un anticlinal de vallée des dépôts pliocènes de la région de Bezid dans le Bassin de Transylvanie.** 199—207

Tr. Palada, M. Cristian, Al. D. Stan: **Efficacité accrue des opérations de fissurage hydraulique par le choix optimum des paramètres technologiques** 208—213

Tr. Filotti, E. Georgescu, M. Barbul, V. Bucur, I. Ghejan, T. Mazăre, T. Iost: **Investigations sur les fonctions de certains catalyseurs du type platinehalogène sur alumine par des réactions de déhydrogénation et déhydrocyclisation.** 214—219

N. Puşcoiu: **Les compteurs de débit de masse utilisés pour mesurer la production de brut et de gaz.** 220—225

Gh. Smărăndache: **Considérations sur la sûreté du fonctionnement dans l'industrie du pétrole et du gaz.** 226—232

M. Negrea, P. Constantinescu: **Certains problèmes concernant l'utilisation du „quota pour la découverte des réserves" et d'autres sources propres comme moyens de financement des investissements dans l'industrie extractive du pétrole** 233—236

A. Brădescu: **L'exportation de produits par mandrinage pétroliers et les indicateurs de la rentabilité de ceux-ci.** 237—240

I. D. Pîrcălăbescu, V. Pleşea : **Contribution à la connaissance de la composition minéralogique des roches d'un anticlinal de vallée des dépôts pliocènes de la région de Bezid dans le Bassin de Transylvanie**

L'association microfaunistique identifiée indique l'appartenance du profil étudié à l'étage géologique du pontien.

Les analyses aux rayons X et thermiques différentielles font ressortir la prédominance dans les échantillons étudiés des minéraux de la famille isomorphe montmorillonite-nontronite auxquels s'associent l'halloysite et les zéolithes calco-sodiques et en subordination, le quartz et l'aragonite. Les éléments chimiques identifiés par l'analyse spectrale souligne à nouveau la composition minéralogique mentionnée.

La présence dans le lit de la vallée étudiée des couches contenant des minéraux argileux explique la formation de l'anticlinal de vallée.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 199
CD 553.782.2

Tr. Filotti, E. Georgescu, M. Barbul, V. Bucur, I Ghejan, T. Mazăre, T. Iost : **Investigations sur les fonctions de certains catalyseurs du type platinehalogène sur alumine par des réactions de déhydrogénation et déhydrocyclisation.**

On présente les études effectuées sur certains catalyseurs aux fonctions complexes auxquels on a appliqué différents traitements d'introduction ou d'élimination de plusieurs composants acidulés.

L'influence de ces traitements sur les différentes fonctions catalytiques a été suivie par la déhydrogénation du cyclohexane et la conversion du n-heptane dans un microréacteur couplé au chromatographe.

Les résultats, exprimés par des vitesses de réaction et des sélectivités des réactions de déhydrogénation, de déhydrocyclisation, d'isomérisation et d'hydrocraquage, ont démontré l'influence positive du traitement chloruré et oxydant sur la fonction métallique déhydrogénante et celle de la fluoruration sur la fonction complexe de déhydrocyclisation. Il résulte des traitements acidulés ainsi que de l'extraction de l'acidité à l'ammoniaque que pour la réaction complexe de conversion du n-heptane, l'échelon déterminant de la vitesse était la formation de l'ion de carbonium sur les centres acides des catalyseurs

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 214
CD 66.097.3:66.094.18

N. Puşcoiu. : **Les compteurs de débit de masse utilisés pour mesurer la production de brut et de gaz**

L'auteur décrit les différents types de compteurs de débit de masse qui peuvent être utilisés pour mesurer les débits d'écoulement. On présente les principes de fonctionnement de ces appareils, les schémas constructifs et les relations mathématiques fondamentales des compteurs de débit de masse. En vue de réaliser des mesurages aussi exacts que possible, l'auteur fait aussi certaines recommandations sur le choix de l'un ou l'autre des compteurs construits jusqu'à présent de façon à pouvoir employer le compteur le plus adéquat aux conditions spécifiques de travail.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 220
CD 681.121:622.276.5

Gh. Smărăndache : **Considérations sur la sûreté du fonctionnement dans l'industrie du pétrole et du gaz**

L'auteur essaye d'appliquer une notion relativement nouvelle, connue de la littérature sous le nom de „sécurité du fonctionnement" aux installations et équipements de l'industrie du pétrole et du gaz.

On présente la notion comme une caractéristique complexe des outillages et des équipements dont il faut tenir compte dans la projection et l'exploitation de ceux-ci.

On propose que la „sécurité du fonctionnement" soit la caractéristique déterminante dans l'acquisition de l'équipement d'un fournisseur ou d'un autre. On fait ressortir également les implications et les dépenses entraînées dans l'exploitation par la connaissance ou la méconnaissance de cette caractéristique des outillages et des équipements.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 4, p. 226
CD 622.24.05:665.6

Contribuţie la cunoaşterea compoziţiei mineralogice a rocilor unui anticlinal de vale din depozitele pliocene de la Bezid, din bazinul Transilvaniei

I. D. Pîrcălăbescu
şi V. Pleşea

Cercetări geologice efectuate în judeţul Harghita [29] au permis observarea în bazinul Tîrnavei Mici, în vecinătatea Sîngeorgiului de Pădure, a cîtorva mici anticlinale de vale. Dezvoltarea acestora este cauzată şi facilitată [10, 21] de eroziune, de presiunea litostatică diferenţiat aplicată pe flancuri şi în

Fig. 1.

axul văii, de umflarea şi de împingerea argilelor.

În lucrarea prezentată se analizează compoziţia mineralogică a rocilor unui profil de pe pîrîul Bezid, cu referire specială asupra mineralelor argiloase, pentru a dovedi aportul acestora la geneza complexă a acestui anticlinal de vale.

Geologia regiunii a fost descifrată prin cercetări succesive, începînd cu cele cu caracter general efectuate de echipa lui H. Böckh în anii 1912 şi 1917. În 1915, A. V a n c e a [30] a descris domul Sîngeorgiu de Pădure, stabilind tectonica şi vîrsta pliocenă a depozitelor de suprafaţă. T. I c h i m [31], în 1957, execută o cartare de recunoaştere, alcătuind o hartă cu importante repere litofaciale. Sinteza lui A. V a n c e a [28] se extinde şi asupra zonei prezentate, stabilind vîrsta ponţian superior pentru depozitele care aflorează aici.

Profilul studiat se situează pe un mic torent la confluenţa pîrîului Bezid cu pîrîul Cuşmed, pîraie ce fac parte din reţeaua de afluenţi de pe partea stîngă a Tîrnavei Mici (fig. 1 şi 2).

Caracterul litologic al succesiunii de strate din flancurile văii este predominant nisipos, fapt ce a determinat ca în faze diferite de cercetare să fie denumit „orizontul nisipos", pe harta lui T. I c h i m, sau „ponţian superior nisipos", în raportul lui V. P l e ş e a [29] (fig. 3).

Coloana stratigrafică a intervalului prezintă în strate discontinui şi de grosimi variabile

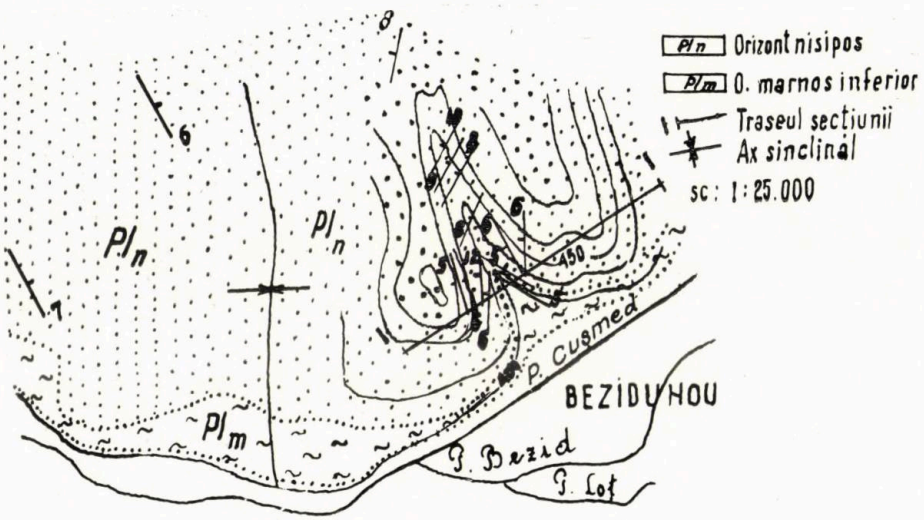


Fig. 2.

o preponderenţă a elementelor detritice, nisipuri policrome (în cadrul cărora predomină însă cele cenuşii şi gălbui), pietrişuri, adesea cimentate şi marne fine cenuşii.

Este interesantă de remarcat, în cuprinsul unor niveluri nisipoase-grezoase, prezența bioglifelor (urme de palmipede) pe pîrîul Loț și pe pîrîul Cușmed.

Din intercalațiile pelitice s-a recoltat următoarea microfaună :

Candona paralela panonica Z A L, *candona (Lineocypris) hodonensis* P O K, *lineocypris trapezoidea* Z A L, *pontoniella dorsoarcuata* Z A L, *bakunella dorsoarcuata* Z A L.

Asociația microfaunistică ne permite paralelizarea cu depozitele ponțiene din cuprinsul bazinului [32].

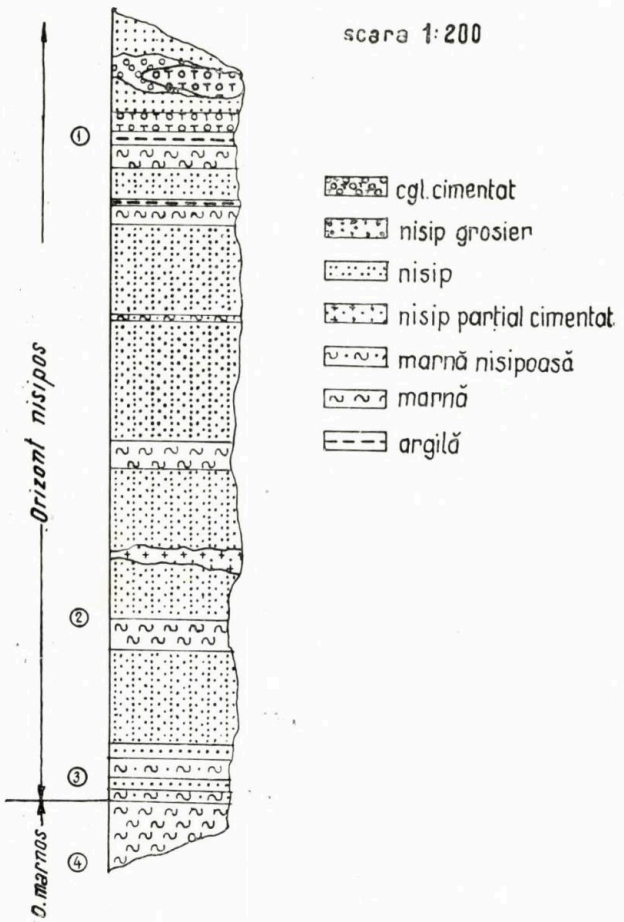


Fig. 3. Coloana litologică la baza orizontului nisipos cu intercalații de pietrișuri din pliocen.

În marnele din firul văii asupra cărora s-a exercitat acțiunea fizico-chimică a apelor, s-au întîlnit fragmente de *planorbide*, iar în complexul subjacent, *congeride* și *cardiide*. La același nivel, spre est și spre sud s-au identificat *congeria Parschi*, *congeria banatica* HOE, *planorbis ponticus* ș.a.

Din punct de vedere tectonic, profilul cercetat se plasează în flancul estic al sinclinalului ce separă domul Sîngiorgiu de Pădure de anticlinalul Soimuș — Trei Sate. Stratele au căderi domoale spre vest, cu valori cuprinse între 5 și 8°. Măsurări geofizice [20, 33] au confirmat tectonica de suprafață, verificînd în același timp neconcordanța dintre structura stratelor superioare cu configurația

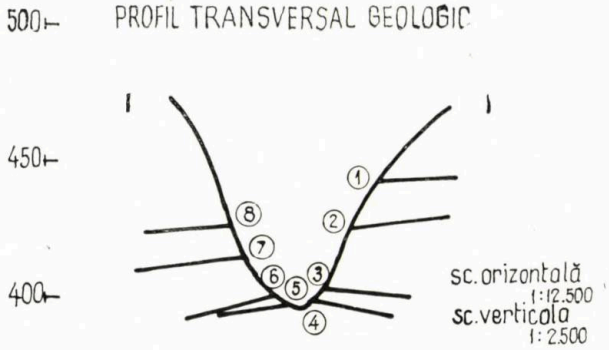


Fig. 4

celor din profunzime [4]. Axele structurilor de aici migrează evident spre est.

Pentru explicarea procesului local de deranjare a stratelor au fost luate în studiu opt probe de teren din profilul geologic arătat în figurile 3 și 4.

Pentru determinarea compoziției mineralogice a acestor probe s-a utilizat analiza termică diferențială, analiza roentgenometrică (metoda pulberilor) și analiza spectrală de emisie în domeniul 2480—3500 Å.

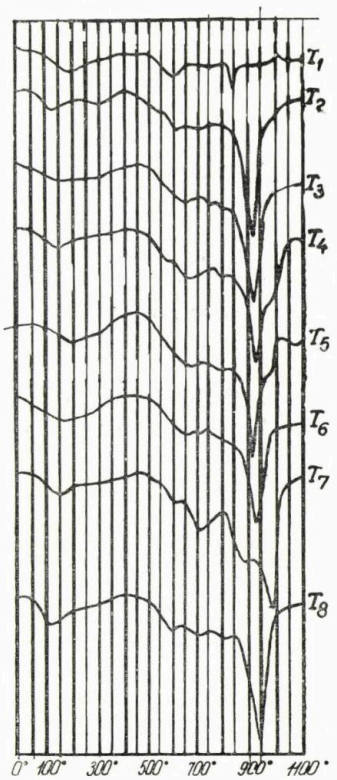


Fig. 5.

Analiza termică diferențială s-a aplicat probelor totale. Studiul diagramelor redate în figura 5 subliniază clar diferențierea dintre

probe, proba *1* fiind o argilă, iar celelalte — varietăți de marne cu tranziție spre nisipuri.

Analiza T_1 indică clar prezența mineralelor familiei izomorfe montmorillonit — nontronit, alături de halloysit. Analizele $T_2 - T_8$ sînt caracterizate prin prezența puternicei reacții endotermice din domeniul 800 — 1 000°C, creată în principal de participarea aragonitului în compoziția mineralogică a probelor studiate. Analizînd curbele în acest domeniu se observă diferențieri între ele, provocate de prezența zeoliților calco-sodici. Pe măsură ce participarea zeoliților calco-sodici crește [14] are loc o reducere a amplitudinii reacției endotermice a aragonitului și o translație a vîrfului acestei reacții la temperaturi mai reduse. Reacțiile endotermice din domeniul 50 — 400°C subliniază prezența mineralelor din seria montmorillonit—nontronit, precum și a zeoliților. Reacțiile din domeniul 550—650°C indică prezența halloysit-caolinitului, cele din jur de 700°C — a pirofilitului, iar cele din gama 750—850°C — participarea montmorillonitului și a nontronitului. Desigur, participarea cantitativ diferită a mineralelor menționate, în componența rocilor cercetate, creează diferențieri între curbele analizelor termice diferențiale. Așa se diferențiază, de exemplu, analiza T_7 cu o preponderență a pirofilitului și a aragonitului și o participare scăzută a zeoliților.

Dintre probele profilului cercetat s-au ales pentru un studiu fizico-chimic mai detaliat proba *1*, care poate fi catalogată conform analizei termice diferențiale ca o argilă, și proba *4* — marna din patul văii.

Pentru cunoașterea mai detaliată a compoziției mineralogice a probelor *1* și *4* s-a utilizat analiza cu raze X. Deoarece analiza termică diferențială a probei totale *1* indică clar prezența mineralelor familiei montmorillonit-nontronit, cărora li se asociază halloysitul, analiza cu raze X s-a aplicat tot probei totale. Datele analizei cu raze X (X_1 — tabela 1) indică prezența următoarelor minerale :

— beidellit magnezian, bine pus în evidență de către intensitatea parametrilor d/n=3,018 ; 2,565 ; 2,497 ; 1,498 ș.a. ;

— din grupa nontronitului parametrii d/n (tabela 1) indică prezența morencitului și ablîkitului [11], două denumiri ce sînt considerate „discutabile" de către unii cercetători consacrați problemelor mineralelor argiloase [2, 5]. Formula chimico-mineralogică a morencitului (tabela 2), dată de Gruner [11], corespunde grupei izomorfe montmorillonit-nontronit. Mărimea n variază între 0 și 4 și depinde foarte mult de condițiile de formare a mineralului. Pentru nontronit, n rar este mai mic de 2 și poate ajunge pînă la 4. Pentru montmorillonit, n este, de obicei, mai mic decît 1. Mărimea m pentru mineralul uscat în aer variază între 8 și 22. Formula chimico-mineralogică propusă pentru ablîkit este indicată în tabela 2. Se menționează [11] că debyegramele ablîkitului și ale halloysitului se diferențiază între ele prin mărimea parametrilor d/n și I, deși diagrama analizei termice diferențiale a ablîkitului este asemănătoare halloysitului. Desigur, rațiuni ale sistemului mineralelor argiloase impun o grupare și o reducere a numărului varietăților de minerale din cadrul grupelor la elementele reprezentative [2, 5]; totuși, ținînd seama de diversitatea rocilor-mame și de condițiile fizico-chimice diferite din timpul eroziunii, al transportului, al depozitării și al diagenezei [15, 18], varietatea mineralelor din grupe nu poate fi restrînsă numai la mineralele tip, mai ales atunci cînd problema este privită prin prisma cerințelor fizico-chimice, de a cunoaște în detaliu structura rețelelor cristaline și prezența cantitativă a ionilor în rețea, pentru a explica fenomenele complexe ale formării mediului solid [15, 18], precum și fenomenele ce apar în contactul mediului solid cu fluidele, în diferite condiții fizico-chimice [3, 17, 24]. Pentru aceste motive s-a făcut apel în prezenta lucrare, precum și în altele publicate [14 — 19], la utilizarea varietăților de minerale din grupele montmorillonitului și nontronitului. Ross S. C. [22] menționa că ionii de Al^{3+}, Fe^{3+} și Cr^{3+} pot să se înlocuiască unul pe altul într-o gamă largă de proporții, creînd membri intermediari ai grupei, dintre care unii au fost descriși [11, 12, 22, 23], iar alții sînt de așteptat. Substituirile acestea sînt caracteristice familiei izomorfe montmorillonit — nontronit și, de aceea, apare o varietate mare de minerale în cadrul acestor grupe.

Parametrii debyegramei X_1 (tabela 1) d/n= =3,921 ; 3,559 ; 2,656 ; 2,441 ș.a. indică participarea aidyrlitului (tabela 2), mineral din grupa cristalochimică a caolinitului [11, 25]. Prezența nichelului din rețea este pusă în evidență și de analiza spectrală (tabela 3) a probei 1. Aidyrlitul a fost întîlnit [16] în ponțianul mediu și inferior din structura Boldești. Profilul în studiu face parte din zona depozitelor atribuite de Vancea A. ponțianului superior [28].

Pentru proba 1, analiza cu raze X indică și prezența cuarțului, însă într-o participare foarte redusă, apreciere determinată de lipsa parametrilor d/n de intensitate mai redusă mărimii I=6 și ținînd seama și de faptul că prezența cuarțului chiar în proporție de 1% în masa mineralelor argiloase [26] se face simțită prin linia caracteristică d/n= =3,343 Å cu I=10, linie care în debyegrama X_1 are intensitatea mai redusă, la fel ca și

TABELA 1

Nr. crt.	X_1		X_2		X_3		Cuarț		Aragonit		Chabasit		Faujasit		Pirofilit		Flogopit		Aidyrlit		Morencit		Beidellit		Ablikit	
	I	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*	*I*	*d/n*
1			5	4,240	4	4,361	5	4,240			8	4,350	8	4,350					6	4,370						
2	4	4,155			4	4,146									3	4,170					5	4,140				
3	8	3,921			8	3,919					6	3,900							10	3,924					4	3,900
4					7	3,756							9	3,750												
5			5	3,680	5	3,632	5	3,680			6	3,620					6	3,690								
6	8	3,559			6	3,551													10	3,557						
7	9	3,340	10	3,340	3	3,351	10	3,340	9	3,391							10	3,360			5	3,350				
8			7	3,269	8	3,278			7	3,270	6	3,240	8	3,278												
9	8	3,018	8	3,042	7	3,026							4	3,008	10	3,045	6	3,140					10	3,020		
10			5	2,893	8	2,938					10	2,930					8	2,909								
11	4	2,831			5	2,821							8	2,860					4	2,830	3	2,840			8	2,820
12			6	2,691			2	2,700	8	2,696									4	2,700						
13	8	2,565	5	2,611	8	2,562					4	2,620	6	2,602	4	2,560	8	2,615	10	2,559	6	2,570	10	2,600		
14	8	2,497	5	2,508	8	2,498	2	2,510			5	2,520			7	2,523	8	2,515					10	2,490	8	2,500
15	8	2,441	5	2,450	8	2,444	5	2,450									8	2,425	10	2,443	6	2,437				
16			6	2,398					7	2,368	4	2,310	6	2,371	8	2,403			2	2,324						
17	8	2,283	5	2,280	8	2,264	5	2,280											10	2,245	4	2,259	4	2,380		
18	4	2,179	5	2,123	4	2,155	5	2,123	5	2,100	4	2,090	3	2,057	5	2,146	10	2,170			5	2,180	2	2,160		
19	4	2,107			4	2,119									4	2,077					4	2,071	2	2,090	4	2,100
20	4	1,991	6	2,016	6	2,044	4	2,000			2	2,020					10	2,006	8	2,021						
21			6	1,970	4	1,990	4	1,975	10	1,971											5	1,995				
22			4	1,881	4	1,886			8	1,879	4	1,880			2	1,887					4	1,884	2	1,890		
23	8	1,813	9	1,813	6	1,816	9	1,813	8	1,811	8	1,811							6	1,816						
24			5	1,734	7	1,782			9	1,738	5	1,740	3	1,742											8	1,780
25	7	1,710																			7	1,712				
26	5	1,668	5	1,668			5	1,668					3	1,695			10	1,670	4	1,694						
27	6	1,656			4	1,649					4	1,650							4	1,641	6	1,659	6	1,654		
28	8	1,539	9	1,539	7	1,526	9	1,539			4	1,566	4	1,576			10	1,531							8	1,520
29	8	1,498	8	1,492	9	1,502									9	1,489			10	1,502		1,506	10	1,488		
30	6	1,461			7	1,469													8	1,464	8					
31	4	1,403			4	1,406													6	1,404						
32	8	1,372	9	1,372			9	1,372	4	1,360			3	1,356	9	1,381	10	1,362							2	1,360
33	3	1,301			4	1,298													4	1,296					6	1,300
34	6	1,285			4	1,283	6	1,285															6	1,284		
35	6	1,254	7	1,254	4	1,252	7	1,254											6	1,250	5	1,253	6	1,241	6	1,250

celelalte linii caracteristice cuarțului 1,813, 1,539, 1,372 Å.

Din datele roentgenogramei X_1 (tabela 1) rezultă linii ale căror mărimi ale parametrilor d/n și I indică și prezența pirofilitului și a flogopitului (tabela 2). Limitarea debyegramelor obținute nu permite detectarea clară a reflexelor bazale ale acestor două minerale, care ar fi mărit certitudinea prezenței lor, mai ales că multe linii caracteristice lor interferează cu liniile mineralelor argiloase menționate, precum și cu cele ale cuarțului.

Din datele analizei cu raze X, în mod deosebit, precum și din datele analizei termice diferențiale rezultă că în proba 1 predomină mineralele grupelor cristalochimice montmorillonit—nontronit: beidellit magnezian, morencit, ablîkit, cărora li se asociază halloysitul bogat în nichel—aidyrlitul; celelalte minerale: cuarțul, pirofilitul și flogopitul au o participare foarte redusă, fapt pentru care proba *1* este încadrată în grupa argilelor.

Analiza termică diferențială a probei *4* indică prezența mineralelor din seria montmorillonit—nontronit, alături de halloysit, pirofilit, aragonit și zeoliți. În scopul cercetării mai detaliate a probei *4*, extrasă din firul „văii care umflă", s-a procedat la separarea pe fracțiuni, folosind ca lichid greu amestecul de bromoform cu benzen [14]. Fracțiunea cu greutatea specifică mai mare de 2,73 reprezintă 0,8% din greutatea probei supuse separării gravitaționale. Fracțiunea cu greutatea specifică cuprinsă între 2,73 — 2,64 totalizează 36,51%, fracțiunea 2,64 — 2,53 reprezintă 60,59%, iar fracțiunea cu greutatea specifică inferioară mărimii 2,53 însumează 1,05%. Pierderile de fracțiuni foarte fine reprezintă 1,05% și se datoresc, în principal, fracțiunii 2,53 — 2,64. Deoarece fracțiunile 2,53 — 2,64 și 2,64 — 2,73 au ponderea cea mai substanțială în alcătuirea probei, ele au fost supuse analizei cu raze X.

Fracțiunea de greutate specifică 2,64 — 2,73 conține, conform datelor probei X_2 (tabela 1), următoarele minerale:

— cuarț, într-un procent însemnat, apreciind după intensitatea parametrilor d/n și după numărul liniilor de intensitate redusă, reperabile în roentgenogramă. De altfel, prin greutatea sa specifică, cuarțul se integrează în această fracțiune, iar separarea s-a efectuat cu multă atenție, astfel încît în fracțiunea 2,53 — 2,64 cuarțul nu mai este reperat;

— aragonit, scos în evidență de parametrii d/n=2,691; 1,970; 1,734 ș.a.;

— pirofilit, indicat de parametrii d/n=3,042; 2,398; 1,492 ș.a.;

— flogopit, indicat de parametrii d/n=2,016; 2,508; 2,611 ș.a.;

— zeoliți calco-sodici: chabasit și faujasit, însă într-o participare scăzută, în comparație cu participarea lor în fracțiunea 2,53 — 2,64.

Apreciind mărimea intensității parametrilor d/n și numărul liniilor de intensitate redusă reperabile în roentgenogramă, se poate estima că, în această fracțiune, participarea cu pondere ridicată revine cuarțului și aragonitului, secundați de pirofilit, celelalte minerale avînd o pondere net subordonată.

Fracțiunea de greutate specifică 2,53 — 2,64 conține, conform datelor probei X_3 (tabela 1), următoarele minerale:

— chabasit și faujasit, puși în evidență de parametrii d/n=3,756; 3,632; 3,278; 2,938 ș.a.;

— aidyrlit, într-o participare importantă, apreciind după intensitatea parametrilor d/n= =4,361; 3,919; 3,551; 2,444; 2,264; 1,502 ș.a.;

TABELA 2

Mineralul	Grupa cristalo-chimică	Formula chimico-mineralogică
Beidellit magnezian	Montmorillonit	$Mg_3[OH]_2\{Si_4O_{10}\}mH_2O$
Morencit	Nontronit	$\left(Fe^{3+}Al_{8+\frac{n}{3}}\right)[OH]_8\{Si_{16-n}(FeAl)_n^2O_{40}\}\,mH_2O$
Ablîkit	Nontronit	$(Fe^{3+}Al)\,[OH]_8\{Si_4O_{10}\}H_2O$?
Aidyrlit	Caolinit	$Ni_3Al_6[OH]_{15}\{Si_6Al_2O_{20}\}12H_2O$
Pirofilit	Pirofilit	$Al_2[OH]\{Si_4O_{10}\}$
Flogopit	Mice	$KMg_3\,[OH]_2\{Al\,Si_3O_{10}\}$
Chabasit	Zeoliți	$(Ca\,Na_2)\,\{Al_2Si_4O_{12}\}\,6\,H_2O$
Faujasit	Zeoliți	$(Ca\,Na_2)\,\{Al_4\,Si_{10}\,O_{28}\}\,20H_2O$

— beidellit magnezian—morencit—ablîkit, cu o participare deosebit de importantă în această fracțiune, apreciind după intensitatea parametrilor caracteristici și după numărul liniilor lor spectrale reperabile în roentgeno-

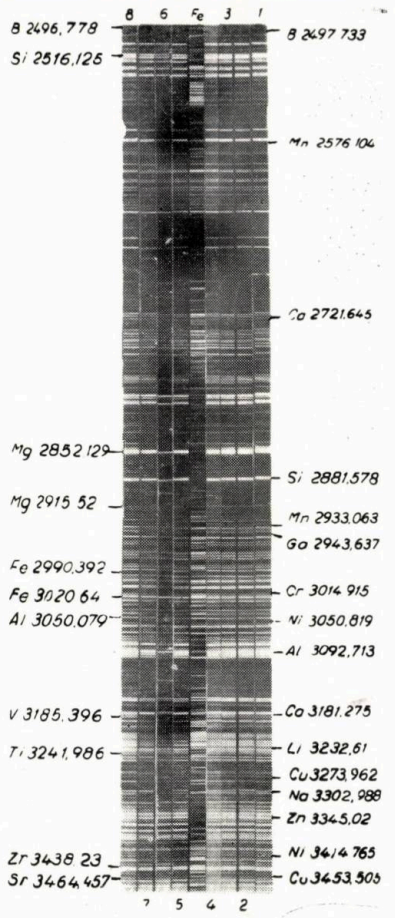


Fig. 6.

gramă. Avînd în vedere caracteristicile de comportare a acestor minerale argiloase în analiza cu raze X [26], intensitatea parametrilor caracteristici d/n și numărul liniilor reperabile în debyegramă se poate estima că în această fracțiune ponderea cea mare a participării revine grupei beidellit-nontronit, urmată apoi de zeoliții calco-sodici și de aidyrlit.

Avînd în vedere ponderea participării diferitelor minerale în cadrul fracțiunilor și procentele din greutatea totală a probei, pe care le reprezintă cele două fracțiuni de bază, se poate considera că proba *4* este o marnă nisipoasă.

Pe baza cercetării detaliate a probei *4* și paralelizînd analizele termice diferențiale ale probelor *2* — *8* se poate aprecia că acestea reprezintă varietăți de marne cu tranziție spre nisipuri.

Formulele chimico—mineralogice ale mineralelor argiloase întîlnite în probele analizate sînt redate în tabela 2.

Analizele chimice ale mineralelor menționate în tabela 2 conțin [11], în afara elementelor chimice indicate, și următoarele elemente: Ti, Mn, Cr, Co, Cu, și Li. Analiza spectrală semicantitativă a celor opt probe luate în studiu (fig. 6) indică, în afară de prezența elementelor chimice menționate și a V, Zn, Ga, B, Sr, Zr ș.a., elemente chimice detectate și în orizonturile pliocenului, ale miocenului și ale senonianului din zona Coruncа-Filitelnic [19]. În tabela 3 sînt prezentate

TABELA 3

Elementul chimic	Lungimea de undă, Å	Intensitatea liniei spectrale după [9]	Participarea procentuală după [9]	Proba							
				1	2	3	4	5	6	7	8
				Intensitatea $I_t - I_f$ a liniei spectrale							
Mg	2 698,140	1	<30	1,4	2,0	2,4	1,0	—	—	—	1,0
Ca	2 721,645	2	<10	—	6,3	6,8	4,2	—	—	—	9,6
Fe	2 636,482	2	<10	2,4	3,1	3,9	3,7	2,2	1,3	1,2	6,0
Na	3 302,988	4	1	88,0	118,0	129,0	96,0	87,0	70,0	106,0	126,0
Li	3 232,610	4	1	51,0	51,3	52,4	44,6	51,2	16,1	14,4	65,0
Mn	2 914,603	5	0,3	3,0	1,2	1,4	1,0	—	—	—	2,0
Cr	3 014,915	6	0,1	3,1	5,8	6,3	4,3	—	—	—	9,8
Co	3405,120	7	0,03	34,0	29,5	32,0	16,5	33,9	46,0	46,5	21,6
V	3 185,396	7	0,03	47,0	38,1	37,3	32,7	32,2	5,2	12,9	50,3
Ni	3 050,820	9	0,003	37,0	35,0	37,0	46,0	33,0	—	—	38,2
Ga	2 943,637	9	0,003	42,0	17,9	19,8	11,4	7,0	—	3,5	27,6
B	2 496,778	9	0,003	4,8	8,8	9,7	10,7	5,4	—	6,1	9,6
Cu	3 273,962	10	0,001	101,0	114,0	112,5	102,8	75,0	21,6	142,5	124,3

I_t — intensitatea totală a liniei spectrale;
I_f — intensitatea fondului plăcii în vecinătatea liniei spectrale.

date asupra participării procentuale doar a unora dintre elementele chimice identificate, şi anume a celor mai frecvent indicate în studiile mineralogice [2, 5, 6, 11, 12, 27]. Prezenţa acestor elemente chimice menţionate se asociază în principal de participarea procentuală însemnată, preponderentă, se poate spune în unele probe, a mineralelor argiloase. Posibilitatea participării procentuale, în gama indicată de datele tabelei 3, a acestor elemente chimice asociate şi cu alte minerale, ca: oxizi, hidroxizi, alţi silicaţi, materie organică, este extrem de redusă, din moment ce acestea din urmă nu sînt detectate în cantitate sesizabilă nici de analizele cu raze X, nici de cele termo-diferenţiale.

Prezenţa elementelor chimice, menţionate de formulele chimico-mineralogice şi detectate în analizele spectrale efectuate, a fost semnalată de numeroase cercetări, dintre care se menţionează colecţia „Clays and clay minerals" [6, 11, 22, 23, 25, 27], „Researches in geochemistry" [8], "Spectrochemical analysis" [1], "Malîe himiceskie elementî v osadocinîh porodah i neftiah" [7] ş.a.

Asupra siliciului şi a aluminiului nu apare indicat să ne oprim, din moment ce aluminosilicaţii sînt mineralele predominante în rocile analizate.

Participarea însemnată a magneziului se asociază de prezenţa beidellitului magnezian iar cea a fierului de procentul însemnat al mineralelor din grupa nontronitului. Calciul este asociat de zeoliţii calco-sodici, pentru argila 1, şi de mineralele seriei izomorfe montmorillonit—nontronit, iar pentru marnele 2, 3, 4 şi 8, unde participarea calciului este mai însemnată (tabela 3), şi de prezenţa aragonitului. Prezenţa aragonitului şi nu a calcitului în aceste marne se explică [15] prin condiţiile fizico-chimice din apele bazinului de sedimentare, precum şi prin controlul climatului asupra formării lui. Prezenţa sodiului şi a carbonatului de amoniu în apa bazinului de sedimentare favorizează precipitarea aragonitului, în special în condiţii calde climatice. Sodiul se asociază de zeoliţii calco-sodici şi cu montmorillonit-nontronitul. Litiul, posedînd o rază ionică medie ($r = 0{,}68$ Å) şi fiind monovalent, poate pătrunde în reţelele cristaline ale silicaţilor cu structuri octaedrice [1, 23]. Preponderenţa montmorillonitului şi a nontronitului în probele analizate explică participarea însemnată a litiului. Manganul este un element chimic frecvent întîlnit în compoziţia chimică a silicaţilor [1, 7, 8, 11, 19, 26].

Reţine atenţia, în analiza spectrală a probelor studiate, prezenţa elementelor chimice grele, de participare minoră: Ni, V, Cr şi Co. Analizele chimice cantitative a numeroase minerale argiloase [6, 11, 12, 23, 25, 27] indică prezenţa acestor elemente în cantităţi similare estimărilor semicantitative indicate de tabela 3. Predominarea în probele analizate a mineralelor argiloase îndreptăţeşte afirmaţia că aceste elemente grele sînt asociate, în principal, de mineralele argiloase. Substituirile acestor elemente chimice în reţelele mineralelor argiloase sînt consecinţa schimbului ionic [13], după care elementele chimice cu raze ionice similare şi, preferabil, dar nu totdeauna necesar, de aceeaşi sarcină ionică, se înlocuiesc reciproc în minerale. De exemplu:

$$r_{Mg^{2+}} = 0{,}78\ \text{Å} \leftrightarrow r_{Ni^{2+}} = 0{,}78\ \text{Å}$$

$$r_{Fe^{2+}} = 0{,}83\ \text{Å} \leftrightarrow r_{Mn^{2+}} = 0{,}83\ \text{Å} \leftrightarrow r_{Cu^{2+}} = 0{,}83\ \text{Å}$$

$$r_{Fe^{3+}} = 0{,}67\ \text{Å} \leftrightarrow r_{Cr^{3+}} = 0{,}65\ \text{Å} \leftrightarrow r_{Co^{3+}} = 0{,}65\ \text{Å} \leftrightarrow r_{V^{3+}} = 0{,}65\ \text{Å}$$

$$r_{Al^{3+}} = 0{,}55\ \text{Å} \leftrightarrow r_{Ga^{3+}} = 0{,}62\ \text{Å}$$

$$r_{Ca^{2+}} = 1{,}051\ \text{Å} \leftrightarrow r_{Sr^{2+}} = 1{,}175\ \text{Å}$$

Pentru aceeaşi cauzalitate, galiul substituind aluminiul este prezent în reţelele aluminosilicaţilor detectaţi în probele studiate.

Elementele chimice de participare minoră reţin în ultima perioadă atenţia cercetătorilor, prin aportul lor ca elemente indicatoare ale condiţiilor geochimice de formare a rocilor sedimentare. Ni şi Co, V şi Cr au comportări geochimice similare în apele bazinelor de sedimentare [7, 8]. Prezenţa mineralelor argiloase în cantitate însemnată duce la reţinerea acestor elemente, fapt pentru care perechile de elemente V:Ni, Cr:Ni, Cu:Ni, Mn:Ni ş.a. [7, 8, 18] sînt folosite ca indicatori ai condiţiilor de formare. Studii spectrochimice asupra argilelor [7, 8] au indicat un conţinut de nichel şi de vanadiu în procent mai mare în condiţiile depunerilor marine, în comparaţie cu depunerile de apă dulce. O atenţie deosebită în aceste studii [8] s-a acordat borului. S-a arătat de către D e g e n s T. E. şi colaboratorii [8] că borul din argile nu este înlocuit prin tratare cu acid clorhidric. Numai un tratament cu baze puternice şi la temperatură a putut elibera borul, fapt pentru care G o l d b e r g, E. D. şi A r r h e n i u s, G. S. au conchis că, probabil, borul înlocuieşte siliciul în pachetele tetraedrice ale mineralelor argiloase [8]. Desigur, prezenţa borului în probele studiate s-ar putea datora participării şi a altor minerale, dar, din moment ce în aceste probe mineralele argiloase menţionate de analiza cu raze X sînt predominante, participarea borului trebuie atribuită în principal mineralelor argiloase, mai ales că cercetările geochimice menţionate vin în sprijinul acestei interpretări.

Pe baza studiului mai detaliat al probelor *1* — argila şi *4* — marna nisipoasă, paralelizînd analizele termice diferenţiale ale celor-

lalte probe (fig. 5) și indicațiile analizei spectrale (tabela 3), se poate menționa că :

— probele *2* și *3* prezintă un conținut mineralogic similar probei *4* ;

— proba *8* se aseamănă cu grupul probelor *2*, *3*, *4*. Conținutul mai ridicat în fier indicat de analiza spectrală semicantitativă se atribuie participării mai însemnate a mineralelor din grupa nontronitului. Prezența fierului într-un procent mai ridicat atrage cu sine și o participare mai însemnată a vanadiului, a cromului și a cuprului cu care se substituie reciproc. În proba *8* și zeoliții calco-sodici au o participare mai însemnată, ilustrată de mărimea parametrului $I_t - I_f$ pentru calciu și sodiu, iar prezența calciului antrenează și o participare mai ridicată a manganului cu care se substituie ;

— probele *5*, *6*, *8* au un conținut mai redus în beidellit—nontronit și zeoliți, ilustrat de reducerea participării procentuale a Mg, Ca, Fe, Na, Mn, Cr, Li, și Ga. Reducerea participării zeoliților calco-sodici în proba *7* face ca vîrful reacției endotermice a aragonitului să se afle la o temperatură mai ridicată, în comparație cu restul probelor.

În profilul geologic studiat se observă o predominare, deosebit de substanțială pentru unele probe, a mineralelor argiloase. În marnele nisipoase din firul văii s-au întîlnit într-un procent însemnat minerale argiloase ca : beidellit magnezian, morencit, ablîkit, chabasit, faujasit, minerale cu rețele cristaline neechilibrate din punct de vedere al sarcinilor electrice (rețelele au un exces de sarcină negativă) [2, 5, 26], minerale ce sînt capabile de un activ schimb ionic cu fluidele cu care vin în contact. În rețelele cristaline ale acestor minerale sînt prezente, într-un procent însemnat elementele chimice Ca^{2+}, Mg^{2+}, $Fe^{2+,\,3+}$, Na^{+}, $Mn^{2+,\,3+,\,4+}$, ioni cu o activitate intensă în schimbul ionic [3, 15, 17, 18, 24].

Sub orizontul nisipos, care alcătuiește flancurile văii, se așterne în patul acesteia orizontul marnos din care s-a recoltat proba *4*, orizont cu un conținut ridicat în mineralele argiloase menționate.

Diferența de nivel dintre firul văii și vîrfurile malurilor adiacente (fig. 7) creează presiuni litostatice diferite asupra orizontului marnos din patul văii. Dacă acestei situații i se asociază infiltrarea apelor prin orizontul nisipos de deasupra și hidratarea mineralelor argiloase prezente în orizontul marnos din patul văii, precum și faptul că pe firul văii apele pîrîului continuă să hidrateze niveluri din ce în ce mai adînci din orizontul marnos, mărind împingerea exercitată de umflarea mineralelor argiloase către suprafața deschisă a văii, se intuiește că, final, orizontul marnos din bază va lua forma din schița din figura 7, creînd astfel o formă anticlinală de vale.

Nu se cunoaște compoziția chimică a apelor pîrîului care hidratează continuu și progresiv orizontul marnos, fapt pentru care nu se poate explica în detaliu schimbul ionic cu aportul său în procesul de umflare a mineralelor argiloase. Fenomenul de umflare a mineralelor argiloase, datorat schimbului ionic, este ireversibil [3, 17, 24], iar hidratarea nivelurilor din orizontul marnos este progresivă, cuprinzînd adîncimi din ce în ce mai mari, situații ce fixează definitiv forma de anticlinal de vale a zonei studiate.

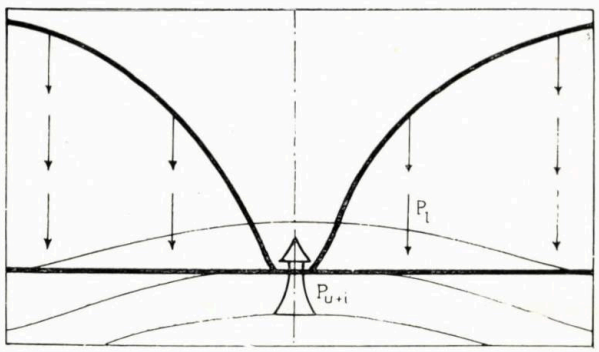
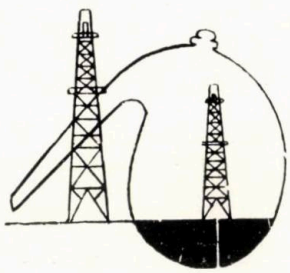


Fig. 7. P_l — presiunea litostatică ; P_{u+i} — presiunea de umflare plus împingere a marnelor.

BIBLIOGRAFIE

1. Ahrens, H. L. și Taylor, S. R. Spectrochemical analysis. Second edition. London, Addison-Wesley Publ. Co., 1961.
2. Caillère, S. și Hénin, St. Mineralogie des argiles. Paris, Masson et C-ie Editeurs, 1964.
3. Cardwell, T. W. jr. Swelling clay identification. Third national conference on clays and clay minerals. National Academy of Sciences. Washington, 1955.
4. Grigoraș, N. Geologia zăcămintelor de petrol și gaze. București, Ed. tehnică, 1961.
5. Grim, E. R. Clay mineralogy. I, II-nd editions. New York, Mc Graw-Hill Book Co., 1953, 1968.
6. Hodgson, J. F. și Tiller, K. G. The location of bond cobalt on 2 : 1 layer silicates. Ninth national conference on clays and clay minerals. New York, Pergamon Press, 1962.
7. Katcenkov, C. M. Malîe himiceskie elementî v osadocinîh porodah i neftiah. Leningrad, Gostoptehizdat, 1959.
8. Keith, L. M. și Degens, T. E. Geochemical indicators of marine and fresh water sediments. Researches in geochemistry. New York, John Willey Publ., 1959.
9. Kler, M. M. Polukolicestvennîi spektralnîi analiz mineralnovo sîria. Izdat. Leningradskovo Universiteta, 1960.
10. Mircea, Ilie. Podișul Transilvaniei. București, Ed. științifică, 1958.
11. Miheev, I. V. Roentgenometriceskii opredeliteli mineralov. Moskva, Gosgeoltehizdat, 1957.
12. Mc Connell Duncan. An american occurance of volkonskoite. Second national conference on clays and clay minerals. National Academy of Sciences. Washington, 1954.
13. Partington, R. J. An advanced treatise on physical chemistry. vol. III. London, Longmans, 1957.

14. Pîrcălăbescu, D. I. Contribuţie la cunoaşterea compoziţiei mineralogice a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R. În : Petrol şi gaze, **14**, nr. 5, 1963.
15. Pîrcălăbescu, D. I. Cîteva consideraţii geochimice în legătură cu compoziţia mineralogică a unor zăcăminte de hidrocaruri fluide din R.P.R. În : Petrol şi gaze, **14**, nr. 8, 1963.
16. Pîrcălăbescu, D. I. şi colaboratorii. Contribuţie la cunoaşterea compoziţiei mineralogice a ponţianului din structura Boldeşti. În : Petrol şi gaze, **18**, nr. 2, 1967.
17. Pîrcălăbescu, D. I. Contribuţie la explicarea mecanismului acidizării mineralelor componente ale mediului solid al unor zăcăminte de ţiţei din România. În : Buletinul Institutului de petrol, gaze şi geologie. Bucureşti. **XVI**, 1967.
18. Pîrcălăbescu, D. I. Consideraţii geochimice în legătură cu formarea mediului solid al unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din România. În : Petrol şi gaze, **19**, nr. 5, 1968.
19. Pîrcălăbescu. D. I. şi colaboratorii. Analiza spectrală semicantitativă a mediului solid al zăcămintelor de gaze din domurile Corunca şi Filitelnic. În : Petrol şi gaze, **19**, nr. 10, 1968.
20. Popescu, M. Prospecţiuni seismice de reflecţie în regiunea Trei Sate. D. D. S., **XLVIII**. Bucureşti, 1963.
21. Quido Zaruba. Importanţa anticlinalelor de vale la fundarea construcţiilor. Studii tehnico-economice. Seria E, nr. 5, 1962.
22. Ross, S. C. Rewiew of the relationships in the montmorillonite group of clay minerals. Seventh national conference on clays and clay minerals. New York, Pergamon Press, 1960.
23. Roy Rostum. The application of phase equilibrium data to certain aspects of clay mineralogy Second national conference on clays and clay minerals National Academy of Sciences. Washington, 1954.
24. Soare, El. Studiul unor aspecte ale fenomenului de interacţiune dintre mineralele argiloase şi ape la deschiderea şi exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi din R.S.R. Teză de doctorat, I.P.G.G., Bucureşti, 1967.
25. Swineford, A., Mc Neal, D. J. şi Crumpton, F. C. Hydrated halloysite in Blue Hill shale. Second national conference on clays and clay minerals. National Academy of Sciences. New York, 1954.
26. * * * The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society, London, 1961.
27. Tiller, K. G. şi Hodgson, J. F. The specific sorbtion of cobalt and zinc by layer silicates. Ninth national conference on clays and clay minerals. New York, Pergamon Press, 1962.
28. Vancea, A. Neogenul din Bazinul Transilvaniei. Bucureşti, Ed. ştiinţifică, 1960.
29. Pleşea, V. Raport asupra cercetărilor geologice în regiunea Soimuş-Trei Sate. I.P.G.G., 1965.
30. Vancea, A. Cercetări geologice în Sîngeorgiu de Pădure. Arhiva M.I.P., 1935.
31. Ichim, T. Cercetări geologice în regiunea Sovata-Cristur-Odorhei. I.P.G.G., 1956.
32. Popescu, Ec. Paralelizarea microfaunistică a tufurilor din Bazinul Transilvaniei. I.C.S.H., 1965.
33. Ştefănescu, Fl. Prospecţiuni seismice în regiunea Boiu-Sîngeorgiu. I.P.G.G., 936, 1963.



Mărirea eficienţei operaţiilor de fisurare hidraulică prin alegerea optimă a parametrilor tehnologici

Tr. Palada, M. Cristian
şi Al. D. Stan

În literatura de specialitate apar tot mai frecvent lucrări ce analizează mecanismul producerii fisurilor şi căile de mărire a eficienţei operaţiilor de fisurare hidraulică. Interesul pentru perfecţionarea acestor metode se datoreşte faptului că, la ora actuală, fisurările hidraulice ocupă un loc important în ceea ce priveşte numărul de operaţii efectuate şi plusul de producţie obţinut în urma aplicării unor metode de intensificare a afluxului de ţiţei.

Deşi, din punct de vedere teoretic, preocupările existente pe plan mondial au dus la elucidarea unor probleme fundamentale privind parametrii de bază ai operaţiilor de fisurare hidraulică, sub aspect practic, literatura de specialitate este relativ săracă în ceea ce priveşte încercările de a optimiza aceste operaţii. Aproape toţi autorii lucrărilor consultate, analizează dispersat, de multe ori numai calitativ, dependenţa existentă între diverşi parametri ce condiţionează eficienţa operaţiilor de fisurare hidraulică, definită ca raportul dintre debitul de ţiţei produs de sondă în urma operaţiei de fisurare şi cel anterior executării ei.

Fără a elucida complet o problemă atît de vastă, lucrarea de faţă încearcă, în lumina celor mai recente publicaţii străine şi din ţara noastră, să stabilească eficienţa unei operaţii de fisurare hidraulică şi influenţa pe care o au asupra acesteia caracteristicile fluidului de fisurare (viscozitatea, concentraţia în agent de susţinere) şi parametrii de injecţie (debitul de injecţie, pierderile de presiune în instalaţia de suprafaţă şi de fund).

1. Estimarea deschiderii şi extinderii fisurii

În lucrarea prezentată, atenţia s-a concentrat asupra geometriei fisurii deoarece aceasta condiţionează, în ultimă instanţă, eficacitatea unei operaţii de fisurare hidraulică.

Asupra relaţiei de calcul a deschiderii unei fisuri, toţi cercetătorii utilizează expresia indicată de către autorul lucrării [1]. Această relaţie, convertită în unităţi metrice, are forma :

$$W = 0{,}0161 \left[\frac{Q_i \cdot \mu \cdot r_f}{M}\right]^{\frac{1}{4}} \text{ pentru fisuri verticale} \quad (1)$$

$$W = 0{,}0092 \left[\frac{Q_i \cdot \mu \cdot r_f}{M}\right]^{\frac{1}{4}} \text{ pentru fisuri orizontale} \quad (1')$$

În privinţa razei de extindere a fisurii există cîteva concepţii diferite [2, 6]. Unii dintre autori indică o expresie a razei fisurii, experimentată în laborator, care va fi adoptată şi de prezenta lucrare, pentru fluide de tip Newtonian [2].

$$r_f = 61 \cdot W^{0{,}815} \cdot Q_i^{0{,}57} \cdot \mu^{0{,}117} \cdot C^{0{,}26} \cdot t^{0{,}43} * \quad (2)$$

Pentru fluide de tip ne-Newtonian, în aceeaşi lucrare este dată o altă relaţie, similară expresiei analitice (2), dar în care intervine un parametru greu de estimat în condiţii de şantier.

Alţi autori prezintă o relaţie de calcul a razei de extindere atît pentru fisura orizontală, cît şi pentru cea verticală [6].

$$r_f = 1{,}783 \times 10^4 \sqrt{\frac{G}{W \cdot \gamma_n \cdot \beta}} \text{ pentru fisura orizontală} \quad (3)$$

$$r_f = 1{,}25 \times 10^8 \frac{G}{h \cdot W} \text{ pentru fisura verticală} \quad (3')$$

Este greu de imaginat, şi practica de şantier a dovedit acest lucru, că operaţiile de fisurare hidraulică, să nu fie influenţate de parametrii, ca : debitul de injecţie, viscozitatea fluidului de fisurare etc. ; parametrii ce nu sînt cuprinşi în relaţiile (3) şi (3').

Din acest motiv aceste relaţii nu au fost adoptate de către unităţile operative.

2. Eficienţa unei operaţii de fisurare hidraulică în funcţie de elementele fisurii

Un strat de permeabilitate k_s, în care s-a creat o fisură orizontală de permeabilitate k_f, poate fi reprezentat, cu o oarecare aproximaţie, ca un sistem de strate paralele (fig. 1).

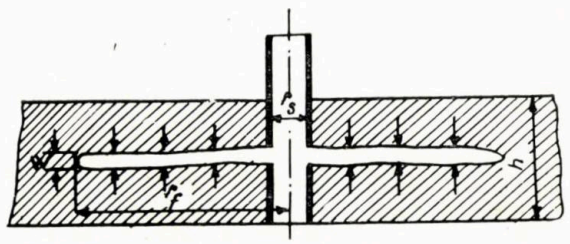


Fig. 1. Schema unei fisuri orizontale în strat.

* Într-o aproximare dacă se scrie $t = \frac{F}{Q_i}$ se deduce că raza fisurii este proporţională cu $F^{0{,}43}$, fapt ce face a se trage concluzia că mărirea lui F duce la creşterea eficienţei unei operaţii.

Permeabilitatea medie a unui astfel de sistem va fi :

$$k_m = \frac{k_s \cdot h + k_f \cdot W}{h + W} \tag{4}$$

relaţie ce se poate scrie, avînd în vedere faptul că $h \gg W$, şi sub forma :

$$k_m = k_s + k_f \cdot \frac{W}{h} \tag{5}$$

operaţiei, are expresia analitică [6, 18, 19, 22] :

$$E = \frac{Q_f}{Q_0} = \frac{(Wk_f + k_s h) \ln \frac{Rc}{r_s}}{W \cdot k_f \cdot \ln \frac{Rc}{r_f} + k_s \cdot h \cdot \ln \frac{Rc}{r_f}} \tag{7}$$

Este de menţionat faptul că atît W, cît şi r_f intervin una în expresia matematică a celeilalte, potrivit relaţiilor (1), (1′) şi (2).

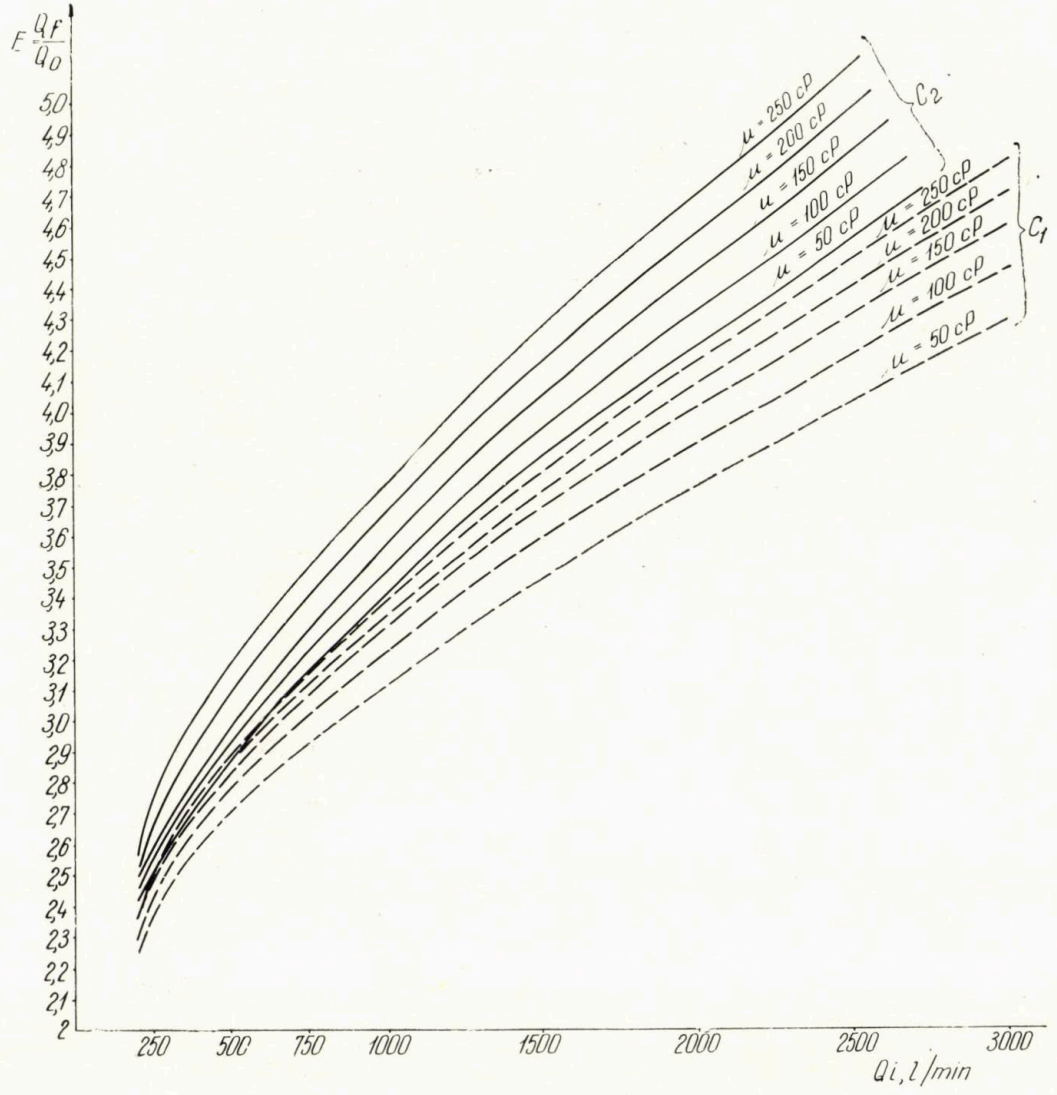


Fig. 2. Nomogramă pentru estimarea lui $E = \frac{Q}{Q_0} : \left(\frac{\text{debitul după efectuarea fisurării}}{\text{debitul înaintea fisurării}}\right)$

pentru concentraţiile $C_1 = 4 \times 10^{-2}$ şi $C_2 = 6 \times 10^{-2}$ $\left(\frac{\text{m}^3 \text{ agent de susţinere}}{\text{m}^3 \text{ fluid curat}}\right)$.

Permeabilitatea unei fisuri create este indicată ca fiind dată de expresia :

$$k_f = \frac{10^8 \, W^2}{12} \tag{6}$$

Raportul dintre debitul obţinut după efectuarea unei operaţii de fisurare hidraulică şi cel anterior, denumit în această lucrare ca eficienţa

Pentru că nu se pot elimina dependenţele funcţionale dintre W şi r_f, în această lucrare, s-a aproximat deschiderea fisurii conform indicaţiilor date de literatura de specialitate [6] şi apoi s-au calculat, cu aceste valori mărimile corespunzătoare ale lui r_f.

După determinarea valorilor lui r_f, cu ajutorul relaţiei (2), s-au recalculat deschiderile fisurii pentru diferite debite de injecţie, concentraţii în agent de susţinere şi viscozităţi ale fluidului de fisurare. În figura 2 a fost reprezentată

variația lui E în funcție de debitul de injecție pentru cinci valori ale viscozității fluidului de fisurare, 50, 100, 150, 200 și 250 cP și două concentrații ale agentului de susținere 4×10^{-2} și 6×10^{-2} $\frac{m^3 \text{ agent susținere}}{m^3 \text{ fluid fisurare curat}}$ (78 și 108 $\frac{kg \text{ agent susținere}}{m^3 \text{ fluid de fisurare}}$).

Analiza relațiilor (1), (1′) și (2) duce la concluzia că mărirea viscozității fluidului de fisurare duce la o creștere a eficacității operației de fisurare hidraulică. Evident că la creșterea viscozității fluidului de fisurare se măresc pierderile de presiune la pomparea lui în strat.

Este necesar ca alegerea viscozității fluidului de fisurare să fie astfel efectuată, încît să asigure o bună capacitate de transport a agentului de susținere în formație [6, 16].

Asupra concentrației agentului de susținere în fluidul de fisurare, cercetătorii au ajuns la concluzia că există o zonă a concentrației, care face ca afluxul de țiței către sondă să fie maxim. Unii autori consideră că la o concentrație a agentului de susținere în fluidul de fisurare de 3,3—10; $\frac{m^3 \text{ agent susținere}}{m^3 \text{ fluid curat}}$ (60 — 180 $\frac{kg \text{ agent susținere}}{m^3 \text{ fluid curat}}$), debitul de țiței este maxim [10].

La o concluzie similară a ajuns și un alt cercetător care susține că permeabilitatea fisurii este maximă pentru o concentrație de 2,8—8,5; $\frac{m^3 \text{ agent susținere}}{m^3 \text{ fluid de fisurare}}$ (sau 50 — 150 $\frac{kg \text{ agent susținere}}{m^3 \text{ fluid fisurare}}$) [8].

Evident că alegerea unei anumite concentrații trebuie însoțită de calcule care vor determina concentrația minimă, în agent de susținere necesară menținerii fisurii după terminarea operației. În literatura de specialitate se indică o relație cu ajutorul căreia se poate determina concentrația în agent de susținere a fluidului de fisurare [8].

$$n = \frac{P_1}{d^2} \cdot \frac{B}{\left[1 - \left(\frac{W^2}{d}\right)^{\frac{1}{m}}\right]} \qquad (8)$$

În ceea ce privește granulația agentului de susținere se recomandă ca aceasta să fie cît mai uniformă. Dacă diametrul granulelor care susțin formația variază în limite largi, după terminarea operației, particulele mari pătrund în pereții fisurii, iar cele mici rămîn libere și pot fi evacuate la producerea sondei [6].

Este indicat ca înaintea efectuării oricărei operații de fisurare hidraulică să se determine, experimental și analitic, viscozitatea fluidului de fisurare și concentrația în agent de susținere pentru a menține fisura deschisă după terminarea operației.

Din analiza relațiilor (1), (1′) și (2) rezultă că un alt parametru esențial în mărirea eficienței unei operații de fisurare hidraulică este debitul de injecție. Într-un exemplu practic de calcul se arată importanța creșterii debitului de injecție asupra măririi eficacității operațiilor de fisurare hidraulică (tabela 1).

TABELA 1

Nr. agregat	Viteza de lucru	Debitul de injecție, l/min	Presiunea maximă a agregatului, kgf/cm²	Viscozitatea fluidului de fisurare cP	Pierderi de presiune P_f kgf/cm	$P_p = P + P_f$	Eficiența operației	Debitul de producție în urma fisurii, t/zi	Debit de producție plus realizat zilnic în urma fisurii, t/zi	Plusul de producție realizat în urma fisurii, t	Valoarea producției plus realizată, lei	Nr. de agregate utilizate	Costul total al agregatelor, lei	Costul total al operației, lei	Beneficiul realizat, lei
4	II	1 480	211	50	77	122	3,45	12,1	8,6	744	163 000	4+2=6	11 900	20 700	142 300
				150	109	154	3,67	12,8	9,3	837	177 000	4+2=6	11 900	20 700	156 300
				250	150	195	3,8	13,3	9,8	882	186 000	4+2=6	11 900	20 700	165 300
4	I	832	400	50	59	104	3,0	10,5	7,0	630	133 000	4+2=6	11 900	20 700	112 300
				150	75	120	3,16	11,0	7,5	675	142 000	4+2=6	11 900	20 700	121 300
				250	99	144	3,25	11,4	7,9	711	150 000	4+2=6	11 900	20 700	129 300
6	II	2 220	211	50	92	137	3,9	13,7	10,2	918	194 000	6+3=9	15 050	23 850	170 150
				150	143	188	4,15	14,5	11,0	990	208 000	6+3=9	15 050	23 850	184 150
				250	204	249	Agregatele nu pot realiza această presiune de lucru								
6	I	1 248	400	50	34	79	3,3	11,5	8,0	720	152 000	6+3=9	15 050	23 850	129 150
				150	52	97	3,5	12,3	8,8	792	167 000	6+3=9	15 050	23 850	143 150
				250	85	130	3,62	12,7	9,2	828	174 000	6+3=9	15 050	23 850	150 150

3. Alegerea parametrilor optimi pentru a maximiza eficiența operației de fisurare hidraulică

Este necesar ca înaintea efectuării oricărei operații de fisurare hidraulică să se cunoască parametrii funcționali ai agregatelor de pompare și ai sistemului de pompare. De asemenea, trebuie estimată presiunea de fisurare și pierderile de presiune în instalația de suprafață și de fund. Presiunea la agregatul de pompare care poate fi „urmărită" în decursul operației, este dată de relația :

$$P_p = P_r - P_h + P_f + P_{perf} \tag{9}$$

Dintre cele cinci mărimi, din relația (9), P_{perf} este, în general, neglijabilă față de celelalte. Considerînd că pentru fiecare zăcămînt diferența $P_r - P_h$ se poate aproxima cu destulă precizie, relația (9), se mai scrie :

$$P_p = P + P_f \tag{10}$$

în care :

$$P = P_r - P_h \tag{11}$$

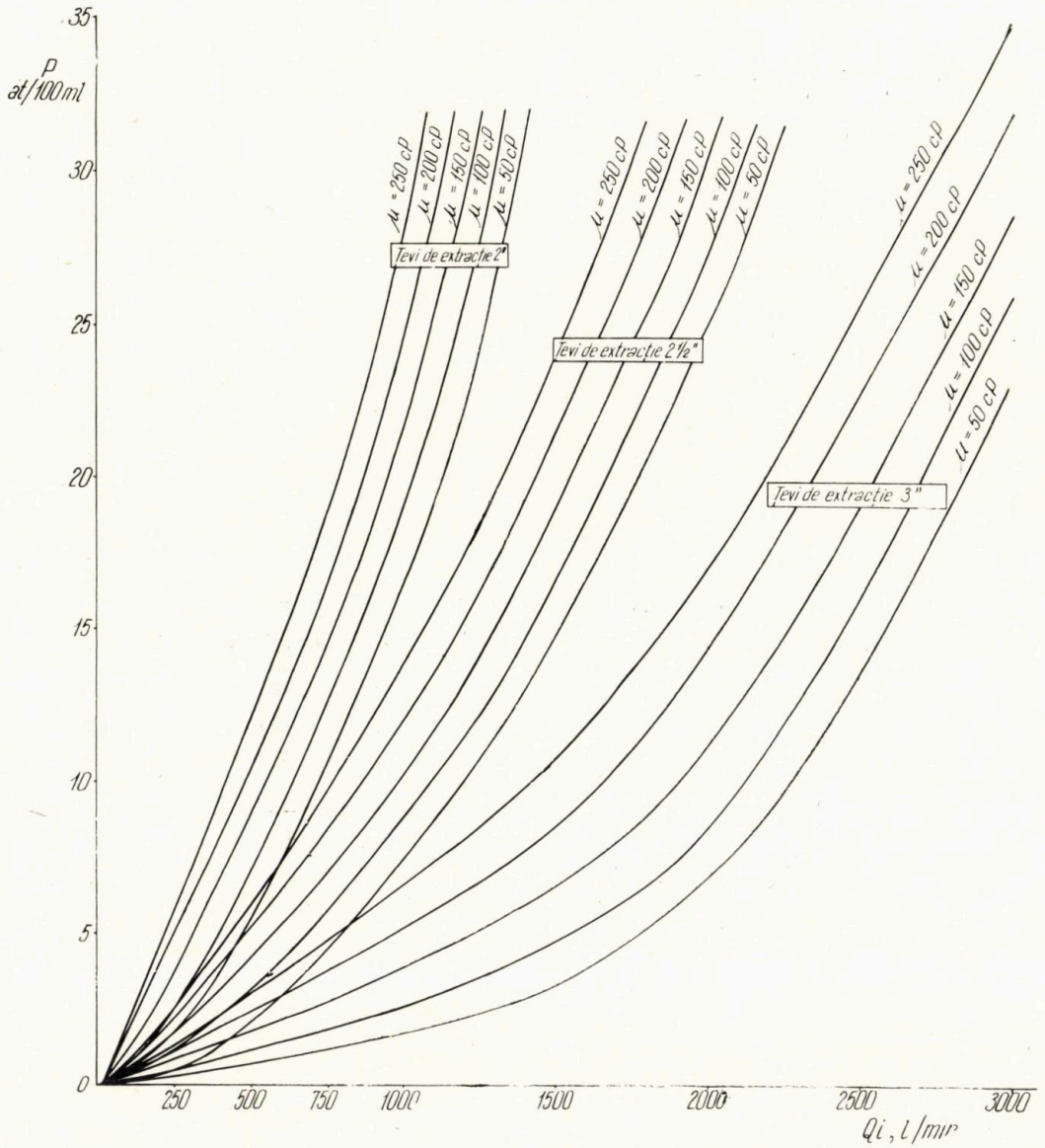


Fig. 3. Pierderile de presiune prin frecare pe o lungime de 100 m prin țevi de extracție de 2", 2 1/2" și 3".

Valoarea lui P_f se calculează din expresia clasică :

$$P_f = \lambda \frac{Q_i^2 \cdot H \cdot \gamma_f}{1{,}6 \times 10^9 \cdot D^5} \tag{12}$$

Coeficientul λ se stabilește în funcție de cifra Reynolds care se determină cu relația :

$$Re = 8{,}3 \times 10^6 \frac{Q_i \cdot \rho}{\mu \cdot D} \tag{13}$$

Pentru $Re < 2\,100$ regimul de curgere este laminar şi

$$\lambda = \frac{64}{Re}, \tag{14}$$

iar pentru $Re > 2\,100$ regimul de curgere este turbulent. În cazul regimului de curgere turbulent sînt mai multe relaţii de calcul pentru λ [7, 13, 18, 20].

În această lucrare s-a ales relaţia [20]:

$$\lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{\mathrm{Re}}} \tag{15}$$

Pierderile de presiune, calculate pentru ţevi de extracţie de 2", 2 1/2" şi 3", aproximînd mărimea coeficientului λ cu relaţiile (14) şi (15) au fost în concordanţă cu valorile înregistrate în practica de şantier [23] şi cu cele indicate în literatura de specialitate [21, 22].

În figura 3 s-au reprezentat pierderile de presiune prin frecare în funcţie de debitul de injecţie pentru cinci valori ale viscozităţii fluidului de fisurare: 50, 100, 150, 200 şi 250 cP şi trei diametre ale ţevilor de extracţie: 2", 2 1/2" şi 3"; lungimea ţevilor de extracţie fiind de 100 m.

După estimarea pierderilor de presiune prin frecare în instalaţia de pompare se aleg diferite debite de injecţie pentru care se determină eficienţele operaţiei.

Este necesar ca la alegerea debitelor de pompare, presiunea la agregatele de pompare P_p, calculată cu relaţia (9), să nu depăşească presiunea maximă de lucru a agregatelor. Dacă presiunea la agregat este infetioară celei admise, este indicat a se alege debite de injecţie cît mai mari, pentru a se obţine eficienţe ale operaţiei de fisurare hidraulică mărite. În funcţie de debitele de injecţie şi de pierderile de presiune realizate în sistemul de pompare se poate determina şi numărul de agregate utilizate la o operaţie pentru a se obţine eficienţă maximă. Într-un mod analog se calculează eficienţa operaţiilor de fisurare hidraulică folosind şi alte caracteristici ale fluidului de fisurare şi concentraţii în agent de susţinere.

Compararea rezultatelor obţinute în mai multe variante de lucru permite alegerea variantei optime pentru care se obţine un beneficiu maxim.

4. Concluzii

1. Geometria unei fisuri este dependentă de caracteristicile fluidului de fisurare (viscozitate, concentraţii în agent de susţinere) şi de parametrii regimului de injecţie (debitul de injecţie, cantitatea totală de fluid injectată în formaţie).

2. La o operaţie de fisurare hidraulică trebuie efectuat un calcul prealabil al beneficiului realizat în urma operaţiei, calcul ce va da indicaţii în privinţa alegerii numărului de agregate şi a vitezelor de lucru a acestora pentru care beneficiul este maxim. Calculul trebuie repetat pentru diferite caracteristici ale fluidului de fisurare.

3. Preocupările privind eficienţa maximă a operaţiilor de fisurare hidraulică ar trebui extinse la toate unităţile operative, mai cu seamă la acelea unde se execută un număr mare de operaţii, constituind o sursă de creştere a beneficiilor acestora.

NOTAŢII

Q_i — debitul de injecţie, m³/min
Q_0 — debitul de ţiţei către gaura de sondă înaintea efectuării operaţiei de fisurare hidraulică, t/zi
Q_f — debitul de ţiţei către gaura de sondă după ce s-a efectuat operaţia de fisurare, t/zi
F — cantitatea totală de fluid de fisurare, m³
G — cantitatea totală de agent de susţinere injectată în formaţie, kg
C — concentraţia în agent de susţinere a fluidului de fisurare, $\frac{\text{kg agent susţinere}}{\text{m}^3 \text{ fluid de fisurare curat}}$
t — timpul de pompare al fluidului de fisurare, min
n — numărul granulelor de nisip pe unitatea de suprafaţă
B şi m — constante ale formaţiei determinate experimental
d — diametrul agentului de susţinere, m
μ — viscozitatea fluidului de fisurare, cP
γ_f — greutatea specifică a fluidului de fisurare, kgf/dm³
ρ — densitatea fluidului de fisurare, kg/dm³
γ_n — greutatea specifică a agentului de susţinere, kgf/dm³
P_1 — presiunea formaţiei, kgf/cm²
P_p — presiunea de lucru a agregatelor de pompare, kgf/cm²
P_r — presiunea de rupere a formaţiei, kgf/cm²
P_h — presiunea coloanei de fluid din sondă, kgf/cm²
P_f — pierderile de presiune în instalaţia de pompare, kgf/cm²
P_{perf} — pierderile de presiune în perforaturi, kgf/cm²
M — modulul de elasticitate al rocii, kgf/cm²
R_c — raza conturului de alimentare al sondei, m
r_s — raza sondei, m
r_f — raza de extindere a fisurii, m
W — lăţimea fisurii, m
h — înălţimea stratului productiv supus fisurării, m
H — adîncimea sondei, m
k_s — permeabilitatea naturală a stratului productiv, Darcy.
k_f — permeabilitatea fisurii, Darcy
k_m — permeabilitatea medie a stratului productiv după fisurare, Darcy
D — diametrul ţevilor de extracţie, m
λ — coeficientul pierderilor de presiune prin conducte
R_e — numărul Reynolds
E — eficienţa operaţiei de fisurare hidraulică
β — coeficient de umplere.

BIBLIOGRAFIE

1. Perkins, T.K. şi Kern, L.R. Widths of H-ydrauli Fractures, În: J. Petrol Tehnol., sept. 1961.
2. Hill, W.L. şi Wahl, H.A. The Effect of Formation Temperature an Hidraulic Fracture Design — Producers Monthly, noiemb. 1968.
3. Hall, C.D. şi Dollarhide, F.E. Effects of Fracturing Fluid Velacity an Fluid-Loss — Agent-Performance. În: J. Petrol-Technol., mai 1964.
4. Questerhout, R.S. şi Hall, C.D. Reduction of Friction Loss in Fracturing operations. — În: J. Petrol Technol., martie 1961.
5. Bleakley, W.B. Flow Chart. Pinpoint Pressure Losses of Frac Fluids. În: Oil Gas J. oct. 15, 1962.
6. Maximovici, G.K. Fisurarea hidraulică a stratelor de ţiţei. Traducere din limba rusă. Institutul de documentare tehnică, Bucureşti, 1958.
7. * * * Formation Fracturing. A Technical Manual Reprinted, From. În: Oil Gas. J. 18, iun. 1964.
8. Giurgiu, Gh. Autoreferatul tezei de doctorat, Bucureşti, 1968.
9. Braunlich, F. şi Smith, F. What we learned from these High-injection rate fracture treatments at Hugaton. În: Oil Gas J., ian. 6, 1964.
10. Howard, G.C., Flickinger, D., Fast, C.R. şi Evans, R.B. Deriving Maximum Profit from Hidraulic Fracturing. În: Drilling Production Practice, 1958.
11. Brown, R.W. How to calculate fluid Friction Losses During Well Treatments. În: The Petrol Eng, **XXVIII**, nr. 11, oct. 1956.
12. Braunlich, F.H. şi Alderman, E.N. A Method of Control for Vertical Fracture Growth. Divert frac service Dowell.
13. * * * Dowell Technical Meetings Notes.
14. Mc Glothlin, B.B. şi Huitt, J.L. Relation of Formation Rack Strength to Propping Agent Strength in Hydraulic Fracturing. În: SPE 1131.
15. Smith, J.E. Design of Hidraulic Fracture Treatments. În: SPE 1286.
16. Lowe, D.K. şi Huitt, J.L. Propipng Agent Transport in Horizontal Fractures. În: SPE 1285.
17. Muskat, M. Physical Principles of Oil Production. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., 1949.
18. Ioachim, Gr. Extracţia Petrolului şi Gazelor, Ed. tehnică, Bucureşti, 1965.
19. Tocan, I. Exploatarea sondelor. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1967.
20. Ghiliceanu, M. Transportul ţiţeiului şi gazelor prin conducte. Culegere de probleme. Ed. tehnică, Bucureşti, 1954.
21. Frick, Th. C. Petroleum Production Handbook, **II**, Mc. Graw Hill Book Company Inc. New York, Toronto-London, 1962.
22. * * * Frac Guide Data Book — Jowell Division of The Dow Chemical Company.
23. Aldea, Gh. Studiul introducerii fisurării hidraulice la sondele de exploatare şi injecţie din ţara noastră. Tema 595—1956 Arhiva I.C.F.E.

Investigaţii asupra funcţiilor unor catalizatori de tip platin—halogen pe alumină, prin reacţii de dehidrogenare şi de dehidrociclizare

Tr. Filotti, Eugenia Georgescu, M. Barbul, V.Bucur, I. Ghejan, Teodora Mazăre, T. Iost

Importanţa deosebită a proceselor industriale care folosesc catalizatori de tip Pt/alumină acidă justifică preocuparea susţinută de cercetare a caracteristicilor de activitate ale acestora. Domeniul major de aplicare a acestor catalizatori este procesul de reformare, urmat de izomerizare, de hidrocracare etc.

Catalizatorii de acest tip se înscriu în categoria catalizatorilor polifuncţionali, conţinînd ca elemente active un metal din grupa a VIII-a, pe un suport acid. În prezenţa acestor catalizatori, hidrocarburile suferă transformări complexe, prin următoarele reacţii principale :

— dehidrogenarea cicloalcanilor cu cicluri de şase atomi de carbon ;
— hidrogenarea alchenelor ;
— izomerizarea alcanilor şi a cicloalcanilor ;
— hidrocracarea alcanilor ;
— dehidroizomerizarea alchilcicloalcanilor cu cicluri de cinci atomi de carbon ;
— dehidrociclizarea alcanilor.

În cazul catalizatorilor polifuncţionali, aceste reacţii au loc simultan, ponderea uneia sau a alteia dintre ele fiind determinată de obiectivul procesului industrial respectiv.

Astfel, în cazul proceselor de izomerizare a hidrocarburilor alcanice uşoare, se urmăreşte obţinerea unui înalt grad de conversie la hidrocarburi ramificate de aceeaşi greutate moleculară, cu diminuarea maximă a reacţiilor de hidrocracare [1]. În cazul proceselor de reformare şi de aromatizare, condiţiile procesului şi catalizatorul sînt astfel corelate, încît să se obţină o creştere însemnată a cifrei octanice şi un randament ridicat de hidrocarburi aromatice, ca rezultat al unui anumit echilibru între reacţiile de dehidrogenare, izomerizare, dehidrociclizare şi hidrocracare [2, 3, 4, 5, 6]. La procesele de hidrocracare, se urmăreşte obţinerea de hidrocarburi alcanice uşoare, prin reacţii de hidrocracare dirijată şi de izomerizare [7, 8].

Catalizatorii de tipul Pt/alumină acidă, folosiţi în procesele menţionate, sînt cel mai frecvent caracterizaţi ca fiind „bifuncţionali", avînd o funcţie metalică şi una acidă. Funcţia metalică a platinei catalizează reacţiile de hidrogenare — dehidrogenare ; funcţia acidă se interpretează ca fiind datorată unor centri activi acizi, de tipul Brönsted şi/sau Lewis, la suprafaţa suportului. Aceştia sînt capabili ca, prin reacţii cu mecanism carbocationic cu ruperea legăturii covalente, să ducă la modificarea scheletului hidrocarburii, cu formarea de lanţuri mai scurte, ramificate sau închidere de ciclu [9, 10, 11, 12].

Această schematizare a funcţiilor catalitice ale catalizatorilor de tipul în discuţie s-a dovedit a nu corespunde complexităţii reacţiilor promovate de aceştia. Astfel, diferitele reacţii nu pot fi interpretate izolat, printr-una dintre cele două funcţii, chiar în cazul uneia dintre cele mai simple reacţii, cum este izomerizarea *n*-alcanilor. Pe de altă parte, în cazul reacţiei de dehidrociclizare, care prezintă o complexitate deosebită, însumarea celor două funcţii catalitice devine insuficientă pentru înţelegerea mecanismului după care are loc această reacţie.

În procesele industriale de izomerizare a *n*-pentanului şi a *n*-hexanului în fază de vapori la temperatură înaltă, se utilizează un catalizator de platină sau din alt metal nobil pe suport acid, deci un catalizator bifuncţional. Procesul de izomerizare decurge numai în condiţiile unei funcţii metalice dehidrogenante active, ceea ce se explică prin formarea de olefine, în fază intermediară. Cum viteza reacţiei de dehidrogenare este ridicată în cazul platinei, reacţia determinantă de viteză devine reacţia de izomerizare [5, 10, 13].

Discuţiile privind mecanismul reacţiei de dehidrociclizare nu sînt încheiate. Această reacţie decurge în mai multe etape, cu formarea intermediară a unui compus ciclic care se dehidrogenează ; în ceea ce priveşte succesiunea compuşilor din diferitele trepte, care pot fi alchene şi cicloalcani cu cinci sau cu şase atomi de carbon în ciclu, nu există o concepţie unitară [14, 15, 16, 17].

Specificul catalizatorilor industriali actuali de reformare, caracterizaţi prin prezenţa celor două funcţii, precum şi consecinţele defavorabile ale scăderii acidităţii asupra aromatizării sugerează un mecanism implicînd ambele funcţii. La congresul al II-lea de cataliză Mc. Henry şi colaboratorii prezintă o ipoteză asupra naturii centrilor bifuncţionali din catalizatorii de platină [18]. Constatînd la catalizatorul proaspăt prezenţa platinei ionice

solubile în HF și în acetilacetonă, ei emit ideea existenței unui complex $Pt-Cl-Al_2O_3$. Autorii stabilesc că acest complex este deosebit de activ în reacția de dehidrociclizare, explicînd aceasta prin formarea unei stări activate pe un singur centru activ, cu funcții izomerizante și dehidrogenante. Acest complex nefiind stabil în condițiile experimentării de lungă durată, se consideră că ipoteza enunțată are o valabilitate restrînsă.

Dată fiind importanța teoretică și practică a reacțiilor discutate, dintre care reacția de dehidrociclizare pune cele mai multe probleme, prin lucrarea de față s-a inițiat un studiu asupra funcțiilor unor catalizatori de tip Pt-halogen pe alumină. Metodica adoptată a constat în aplicarea unor tratamente de halogenare-dehalogenare și a unor tratamente reducătoare și oxidante, asupra unor catalizatori de geneză cunoscută. Prin aplicarea acestor tratamente de intensificare, respectiv de diminuare a funcției acide, folosind atît proporții, cît și tip diferit de halogen, s-a urmărit obținerea de informații referitoare la contribuția acestora asupra funcțiilor catalizatorilor. Aceste efecte s-au urmărit prin reacții specifice de dehidrogenare a ciclohexanului și prin conversia *n*-heptanului.

2. PARTEA EXPERIMENTALĂ

2.1. *Catalizatori*

În experiențe s-a folosit un catalizator preparat prin impregnarea unui suport de alumină, obținut din azotat de aluminiu, cu acid hexacloroplatinic. Catalizatorul se prezintă sub formă de extrudate cu diametrul de 1,5 mm și lungimea de 5—10 mm.

Caracteristicile principale ale acestui catalizator — considerat în această lucrare drept catalizator de referință — sînt următoarele :

— volum pori, cm^3/g			0,50
— suprafață specifică (BET)		m^2/g	206
— compoziție chimică	platină,	% gr.	0,36
	clor,	% gr.	0,63
	Na_2O	% gr.	0,01

Caracteristicile fizico-chimice și de activitate sînt comparabile cu cele ale catalizatorilor industriali de reformare.

2.2. *Tratamente aplicate suportului și catalizatorului*

Au fost efectuate următoarele tratamente asupra suportului activat termic, înainte de depunerea elementului activ :

— tratamente clorurante în fază lichidă, cu soluții de acid clorhidric ;

— tratamente fluorurante în fază lichidă, cu soluții de acid fluorhidric.

În final, asupra tuturor probelor, s-a practicat un tratament oxidant.

Catalizatorii au fost tratați după cum urmează :

— tratamente clorurante în mediu reducător, în fază de vapori ;

— tratamente clorurante în mediu reducător, urmate de oxidare ;

— tratamente de îndepărtare a clorului, prin spălare cu amoniac.

În felul acesta, lucrările efectuate se grupează în două categorii. O primă categorie prin care se mărește aciditatea suportului — fie prin adaos de clor, fie prin adaos de fluor — și o a doua grupă în care s-a acționat asupra catalizatorului ce conține platină. Ca o consecință a tratamentelor clorurante urmate de oxidare, platina va trece într-o clorură sau în oxid, mărindu-se astfel proporția de platină solubilă [19]. În mod corespunzător, tratamentul cu amoniac, care s-a făcut prin spălarea catalizatorului cu o soluție de 5% NH_4OH, eliminînd clorul, va scădea proporția acestor combinații ale platinei.

2.3. *Determinarea acidității probelor*

Probele de catalizatori au fost analizate chimic și din punctul de vedere al acidității. Determinările de aciditate s-au efectuat prin măsurarea volumului de amoniu chemosorbit, la două temperaturi [23]. Volumul de amoniac chemosorbit la 175°C se consideră a corespunde acidității totale, iar cel chemosorbit la temperatura de 515°C, acidității aprotonice tip Lewis.

Determinarea s-a făcut într-o aparatură de sorbție în sistem static, convențională.

2.4. *Determinarea activității catalizatorilor*

Determinarea activității a fost efectuată prin tehnica microreactor cuplat cu cromatograf de gaze. Schema de principiu a aparaturii și modul de lucru pentru reacția de dehidrogenare a ciclohexanului au fost descrise într-o publicație anterioară [24]. Reacțiile de reformare ale *n*-heptanului s-au efectuat într-un mod de lucru asemănător, dar sub presiune de hidrogen [25, 26].

Dehidrogenarea ciclohexanului a fost efectuată în următoarele condiții :

— volumul catalizatorului (diluat cu 1,5 ml-α Al_2O_3)	0,5 ml
— granulația catalizatorului și a diluentului	0,63÷1 mm
— raportul molar H_2/ciclohexan	10/1
— viteza de alimentare cu ciclohexan	$1,06.10^{-3}$ moli/s
— temperatura	250—325°C

Pentru transformarea *n*-heptanului s-au ales următoarele condiții :

— cantitatea catalizatorului (diluat cu 1,5 ml-α Al_2O_3)	0,5 ml
— granulația catalizatorului și a diluentului	0,63÷1 mm
— presiunea	16 atm
— raportul cu H_2/*n*-heptan	55/1
— viteza de alimentare cu *n*-heptan	$0,475.10^{-5}$moli nC$_7$/s
— temperatura, luîndu-se în discuție determinările la 425°C	375—450°C.

Activitatea la dehidrogenarea ciclohexanului a fost exprimată prin viteza medie de reacție și notată cu I.A.D. = indice de activitate dehidrogenare. În condițiile de lucru menționate, selectivitatea a fost, practic, 100%.

În experimentările cu *n*-heptan, activitatea s-a exprimat la fel ca mai sus, prin I.A.D. = care exprimă viteza de reacție globală a *n*-heptanului, precum și prin selectivitățile de formare a toluenului, a *i*-heptanilor și a hidrocarburilor C_1-C_4. În afară de acestea, din produsul indicilor de activitate și al selectivității, s-au calculat cifrele de toluen, de izoheptani și de hidrocarburi C_1-C_4.

Din indicii de activitate obținuți la diverse temperaturi în domeniile arătate, pentru unii catalizatori s-au calculat energiile de activare ale reacției de dehidrogenare a ciclohexanului.

3. REZULTATE EXPERIMENTALE

În tabela 1 sînt prezentate conținuturile de clor și de fluor, precum și acidițățile probelor de catalizator obținute după tratamente clorurante și fluorurante, respectiv de eliminare a clorului.

Prin tratamentul în fază gazoasă cu proporții diferite a unui compus organo-clorurat s-au depus cantități crescînde de clor, de la 1,1÷1,64% (seria B). Prin calcinarea în curent de aer uscat, s-au îndepărtat depunerile de cocs rezultate în urma tratamentului arătat; totodată, conținutul de clor a scăzut la toate probele, regăsindu-se în circa 85% din clorul existent anterior (seria C).

Grupa de catalizatori obținuți cu suportul acidulat cu acid clorhidric nu a prezentat o variație sensibilă a conținutului de clor, deoarece în operația care urmează, de impregnare cu platină, se extrage o cantitate din clorul reținut. Din această grupă, se redă un singur catalizator (*D*), care are un conținut de clor similar cu cel al catalizatorului de referință.

Seria de catalizatori fluorurați a prezentat — în concordanță cu condițiile de lucru aplicate — un conținut de fluor de la 0,4÷1%. Clorul existent în catalizator ca urmare a etapei de impregnare variază în sens invers cu fluorul reținut (seria F).

Prin tratarea catalizatorului cu soluție de hidroxid de amoniu, clorul a fost practic complet îndepărtat (catalizator *N*). Aceasta a dus implicit la o modificare a naturii platinei, care s-a reflectat prin micșorarea la aproximativ o treime a proporției de platină solubilă, determinată prin extracție cu acetilacetonă [21, 22].

Chemosorbția de amoniac la 515°C, ca măsură a acidității Lewis, nu prezintă diferențieri semnificative în cadrul catalizatorilor cloruraţi. În seria catalizatorilor fluoruraţi, precum și în cadrul catalizatorului spălat cu amoniac, apare o proporționalitate evidentă între aciditate și variația caracteristicilor chimice.

Rezultatele determinărilor de activitate ale funcției metalice, prin dehidrogenarea ciclohexanului, sînt date în tabela 2.

Catalizatorul de referință *A* prezintă indici de activitate de valori ridicate, care au fost obținuți de autori și la experimentarea unor catalizatori industriali activi proaspeți.

Grupa catalizatorilor *B* arată o activitate mult diminuată, reflectînd blocarea în măsură accentuată a centrilor activi.

Aplicarea ulterioară a unui tratament oxidant are un efect deosebit de favorabil, rezultînd indici de activitate sensibil superiori catalizatorului de referință și, bineînțeles, superiori catalizatorilor din grupa *B*. Energiile aparente de activare reflectă acest nivel ridicat de acti-

TABELA 1

Analiza chimică și aciditatea probelor de catalizator

Nr. crt.	Denumirea catalizatorului	Tratamente aplicate	Conținut halogen, % gr.		Aciditate $mlNH_3/g$ catalizator	
			clor	fluor	la 175°C	la 515°C
1	*A*	Catalizatorul de referință	0,63	—	10,6	3,19
2	B_1	Catalizator A clorurat	1,1	—		
3	B_2	în fază de vapori în	1,38	—		
4	B_3	mediu reducător	1,64	—		
5	C_1	B_1 oxidat la 450°C	0,96	—	10,3	2,10
6	C_2	B_2 oxidat la 450°C	1,2	—	12,7	2,5
7	C_3	B_3 oxidat la 450°C	1,38	—	10,3	2,91
8	*D*	Clorurat cu soluție de HCl	0,61	—	7,49	2,98
9	F_1	Suport tratat cu soluție	0,57	0,41	7,78	3,02
10	F_2	de HF, înainte de depunerea platinei	0,47	0,65	9,63	3,27
11	F_3		0,40	1,02	8,73	3,61
12	*N*	C tratat cu soluție de NH_4OH	0,08	—	7,07	1,80

vitate al catalizatorilor reoxidaţi, prezentînd cele mai scăzute valori.

TABELA 2

Activitatea de dehidrogenare a ciclohexanului

Nr. crt.	Denumirea catalizatorului	Indici de activitate, I.A.D. moli/s g x 10^7				Energia aparentă de activare, kcal/mol
		temperatura, °C				
		250	275	300	325	
1	A	11,4	35,9	120	178	28,4
2	B_1	0,2	1,3	2,7	8,6	41,3
3	B_2	0,3	1,3	16,2	42,5	47,3
4	B_3	0,8	3,2	10,9	35,8	40,0
5	C_1	20,7	69,4	96,7	144	24,0
6	C_2	17,8	61,8	136	206	24,0
7	C_3	19,2	64,3	142	195	24,3
8	D	8,3	31,6	81,7	140	27,6
9	F_1	3,9	22,2	104	156	29,3
10	F_2	9,4	41,6	125	187	31,3
11	F_3	9,2	36,0	102	146	27,8
12	N	6,4	22,8	96,5	130	32,2

Catalizatorii fluoruraţi (grupa F) se situează aproximativ la acelaşi nivel de activitate cu catalizatorul de referinţă, ceea ce rezultă atît din indicii de activitate, cît şi din valorile energiei aparente de activare.

În figurile 1, 2 şi 3 este reprezentată grafic variaţia indicilor de activitate, pe baza cărora s-au calculat energiile de activare.

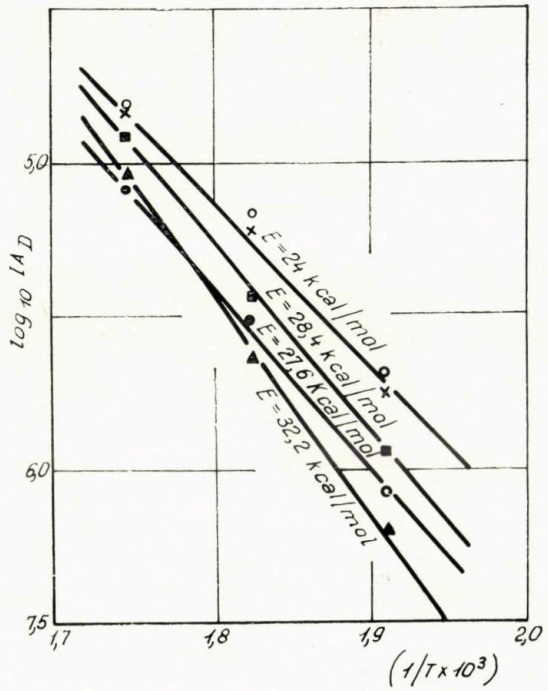


Fig. 1. Dehidrogenarea CH. Reprezentarea lui $\log_{10} IA_D$ în funcţie de $1/T$ în intervalul 250—300°C:
■ – Proba A; O – Proba C_1; x – Proba C_2; ● – Proba D_2; ▲ – Proba N.

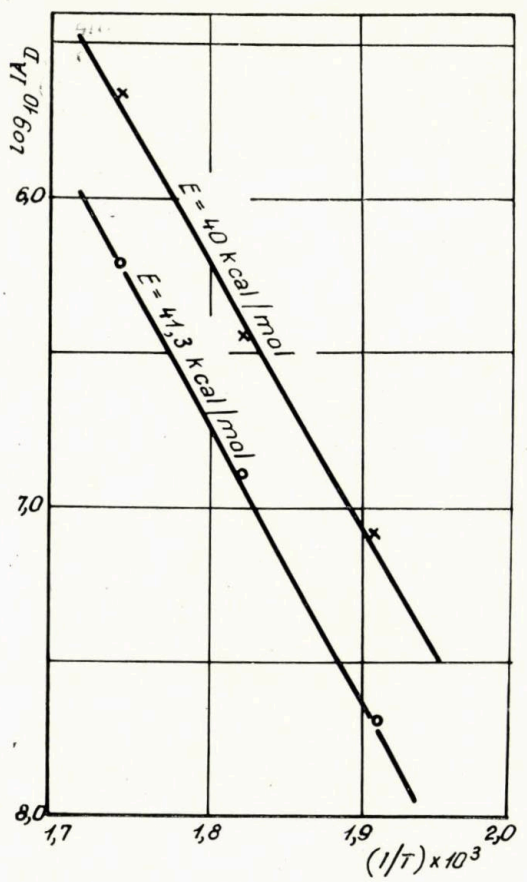


Fig. 2. Dehidrogenarea CH. Reprezentarea lui $\log_{10} IA_D$ în funcţie de $1/T$ în intervalul 250—300°C:
O – Proba B_1; x – Proba B_3.

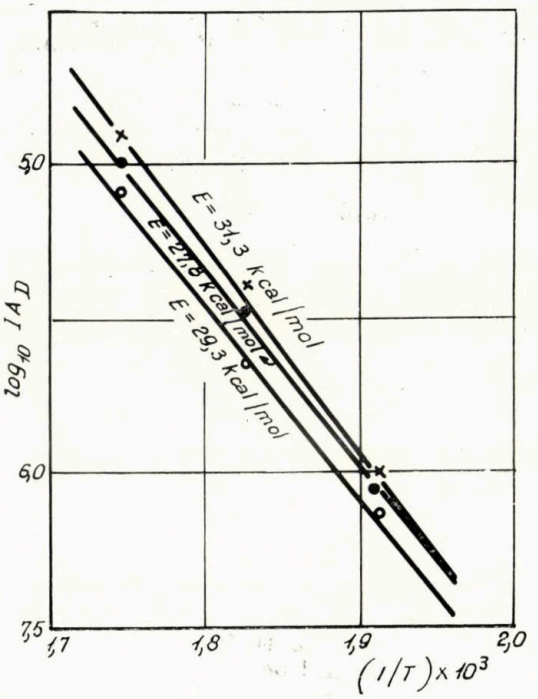


Fig. 3. Dehidrogenarea CH. Reprezentarea lui $\log_{10} IA_D$ în funcţie de $1/T$ în intervalul 250—300°C:
O – Proba F_1; x – Proba F_2; ● – Proba F_3.

Conversia *n*-heptanului în condițiile arătate anterior duce la formarea unei game de produși prin reacții de dehidrociclizare (toluen), izomerizare (*i*-heptani) și hidrocracare (hidrocarburi C_1-C_6, din care s-a luat în considerare numai proporția de C_1-C_4). În tabela 3 sînt prezentate rezultatele obținute cu catalizatorii studiați.

Și în cazul reacțiilor *n*-heptanului, catalizatorul de referință se situează la nivelul unor catalizatori industriali proaspeți și, prin aceasta, constituie un element real de comparație.

Grupa catalizatorilor *B* se prezintă la un nivel inferior din punctul de vedere al indicilor de activitate, față de catalizatorul de referință. Nu se remarcă o îmbunătățire a acestor indici prin calcinarea oxidantă a catalizatorilor (grupa *C*).

În ceea ce privește selectivitatea la dehidrociclizare, se constată o sensibilă diminuare. Apare evidentă creșterea selectivității la izomerizare pentru catalizatorii din grupele *B* și *C*, astfel încît cifra de izomerizare este superioară celei date de catalizatorul de referință, deși conversia globală este scăzută.

Pentru a pune în evidență această variație a selectivităților, în ultima coloană a tabelului 3 se prezintă raportul între selectivitățile la dehidrociclizare și la izomerizare. Se constată neta deplasare a selectivităților în favoarea izomerizării (circa 0,15 față de 0,56).

Ca și în cazul dehidrogenării, catalizatorul *D*, cu suportul tratat cu acid clorhidric, se prezintă la un nivel de activitate mai scăzut decît etalonul, dar cu selectivități asemănătoare.

Catalizatorii cu suport fluorurat sînt caracterizați prin indici de activitate ridicați, la nivelul catalizatorului de referință, care cresc în sensul măririi conținutului de fluor. În special la catalizatorii mai bogați în fluor, se remarcă selectivități la dehidrociclizare deosebit de mari, ceea ce duce la obținerea celor mai ridicate cifre de toluen. Raportul selectivităților se situează la aproximativ 0,6, depășind valoarea obținută pentru catalizatorul de referință. Pe de altă parte, selectivitățile la hidrocracare sînt relativ scăzute, astfel încît la indicii de activitate menționați apar cifre de hidrocarburi C_1-C_4 mai reduse decît la catalizatorul de referință.

Tratarea cu soluție amoniacală a catalizatorului de referință a dus la o scădere importantă a indicelui de activitate. Selectivitățile la dehidrociclizare, de izomerizare și de hidrocracare sînt însă echivalente cu cele ale catalizatorului *A*. Valoarea raportului dintre selectivitățile de dehidrociclizare și cele de izomerizare reflectă această situație, fiind de 0,54, deci, echivalentă cu cea a catalizatorului de referință (tabela 3).

Activitatea catalizatorilor determinată prin conversia *n*-heptanului TABELA 3

Nr. crt.	Denumire catalizatorului	I.A.D. moli/s·g × 10^7	Selectivitate toluen, % gr.	Cifra de toluen, $\frac{\text{moli toluen}}{\text{s·g}} \times 10^7$	Selectivitate iC_7, % gr.	Cifra de iC_7 $\frac{\text{moli } iC_7}{\text{s·g}} \times 10^7$	Selectivitate C_1-C_4, % gr.	Cifra de C_1-C_4, $\frac{\text{moli } C_1-C_4}{\text{s·g}} \times 10^7$	Raport $\frac{\text{sel. toluen}}{\text{sel. } iC_7}$
1	*A*	93,5	18	16,8	32	29,9	31	29	0,56
2	B_1	65,6	10,1	6,6	72,3	47,5	10,8	7,1	0,14
3	B_2	51,0	9,0	4,6	59,0	28,6	25,2	12,8	0,15
4	B_3	46,3	12,0	5,6	64,8	30,1	15,5	7,2	0,18
5	C_1	35,4	8,6	3,1	64,6	22,9	20,8	7,4	0,13
6	C_2	49,7	12,6	6,3	67,7	33,7	16,0	8,0	0,18
7	C_3	54,6	20,8	11,8	53,3	29,2	20,9	11,4	0,39
8	*D*	60,5	19,1	11,6	45,8	27,7	22,0	13,0	0,41
9	F_1	70,0	17,7	12,5	41,0	28,7	30,0	21,0	0,42
10	F_2	89,0	25,6	22,8	39,8	35,5	21,4	19,1	0,64
11	F_3	97,3	23,5	22,9	39,7	38,6	24,6	24,0	0,59
12	*N*	51,5	19,1	9,8	35,7	18,4	27,2	14,0	0,54

Din analiza produșilor alcanici obținuți din reacțiile de izomerizare și de hidrocracare a *n*-heptanului, se obțin unele informații privind gradul de izomerizare. În acest sens, în tabela 4 se dau rapoartele dintre izomerii C_7 cu lanț neramificat, precum și dintre izomerii cu o singură și cu mai multe ramificații.

Din acest punct de vedere, catalizatorii fluorurați prezintă situația cea mai favorabilă, în concordanță cu valorile de aciditate determinate prin chemosorbție de amoniac. Valorile cele mai mici ale rapoartelor izo/normal rezultă în cazul catalizatorului tratat cu amoniac (N).

TABELA 4

Raportul dintre izomerii cu lanț neramificat și ramificat din produsele de la conversia *n*-heptanului

Nr. crt.	Denumirea catalizatorului	Raportul molar în produs la 425°C				
		nC_4/iC_4	nC_5/iC_5	nC_6/iC_6	nC_7/iC_7	$iC_7^-/-iC_7^-$ [x]
1	*A*	10,6	3,0	1,6	2,3	1,4
2	B_2	7,5	2,3	—	3,2	1,4
3	C_2	1,8	0,8	0,9	2,1	1,4
4	*D*	8,5	3,4	1,6	2,3	1,4
5	F_3	1,6	0,9	0,6	0,7	1,3
6	*N*	35,0	7,3	2,7	4,5	6,1

Observații

[x] $iC_7^-/-iC_7^-$ reprezintă raportul între hidrocarburile cu lanț simplu ramificat și dublu ramificat.

INTERPRETAREA REZULTATELOR ŞI CONCLUZII

În lucrările efectuate s-a urmărit obţinerea de informaţii asupra influenţei unor tratamente privind reacţiile de dehidrogenare, de izomerizare, de hidrocracare şi de dehidrociclizare, care au loc în prezenţa catalizatorilor „bifuncţionali".

Dat fiind rolul deţinut în aceste reacţii de funcţia acidă a catalizatorilor, s-au aplicat tratamente de halogenare şi de dehalogenare, cuplate cu tratamente reducătoare sau oxidante, urmărindu-se influenţa acestora asupra vitezei unor reacţii specifice. O dată cu obţinerea unor indicaţii asupra direcţiilor care ar putea duce la mărirea într-un anumit sens a activităţii şi a selectivităţii catalizatorilor, s-a urmărit şi aducerea unor contribuţii la intrerpretarea mecanismului unora dintre reacţiile care au loc pe acest tip de catalizator.

Tratamentul cu cloruri organice în mediu reducător a determinat o scădere a activităţii funcţiei metalice şi o oarecare îmbunătăţire a funcţiei izomerizante. Acestea sugerează, pe de o parte, blocarea parţială a centrilor metalici dehidrogenanţi, prin adsorbţia unor produse nesaturate, iar pe de altă parte, intensificarea funcţiei acide, datorită creşterii conţinutului de clor.

Tratamentul oxidant aplicat ulterior a dus la îndepărtarea nesaturatelor adsorbite. Indicii de activitate la dehidrogenare, obţinuţi după tratamentul oxidant, sînt însă sensibil mai mari decît cei daţi de catalizatorul de referinţă, această creştere fiind oarecum în sensul intensificării tratamentului clorurant. În acelaşi timp, prin trecerea catalizatorului de la culoarea cenuşie, specifică platinei metalice, la culoarea alb-gălbuie, caracteristică platinei ionice, iese în evidenţă transformarea chimică a platinei, care a fost urmată de o redistribuire a acesteia.

Tratamentul clorurant oxidant nu a avut ca efect şi o creştere a indicilor de activitate la conversia *n*-heptanului, comparabil cu rezultatele obţinute la dehidrogenare. Totuşi, cu intensificarea tratamentului clorurant, se constată o oarecare îmbunătăţire atît a indicelui global de conversie (IAD, tabela 3), cît şi a selectivităţii şi a cifrei de toluen; nu se ajunge însă la nivelul de activitate al catalizatorului de referinţă. Izomerizarea s-a menţinut aproximativ la acelaşi nivel (a se vedea cifrele iC_7), fapt care se corelează cu valorile de aciditate determinate prin chemosorbţie de amoniac la 515°C.

Extragerea clorului cu amoniac s-a reflectat prin efectele scontate asupra acidităţii determinate prin chemosorbţie, precum şi asupra reacţiei de izomerizare, ultima pusă în evidenţă şi prin raportul dintre hidrocarburile normal şi izoalcanice din produsele de reacţie de la conversia *n*-heptanului. Se observă însă o scădere şi a celorlalte funcţii catalitice, păstrîndu-se aproximativ aceleaşi selectivităţi ca şi în cazul catalizatorului-etalon. De aici rezultă faptul că complexul activ în reacţiile de dehidrociclizare nu este condiţionat exclusiv de existenţa clorului.

Grupa catalizatorilor cu fluor dă în reacţia de conversie a *n*-heptanului indici de activitate şi selectivităţi la dehidrociclizare dintre cele mai ridicate, în concordanţă cu acidităţile determinate prin chemosorbţie.

Din cele prezentate rezultă că în cadrul reacţiilor care au loc la conversia *n*-heptanului se constată, în general, un paralelism între aciditate şi indicii de activitate — respectiv vitezele de reacţie globale —, selectivităţile variind în funcţie de tratamentele aplicate. Este probabil, deci, că reacţia determinantă de viteză este formarea ionului carboniu pe centrii acizi ai catalizatorului.

BIBLIOGRAFIE

1. Dean, L. E., Harris, H. R., Belden D. N. şi Haensel, V. În: Oil and Gas J., **56** nr. 39, 1958, p. 54.
2. Kastens, M. L. şi Southerland, R. E. În: I.E.C., **42**, 1950, p. 582.
3. Haensel, V. şi Donaldson, G. E. În: I.E.C., **43**, 1951, p. 2 102.
4. Egloff, G. În: J. Inst. Petr. **41**, 1955, p. 375.
5. Ciapetta, F. G. şi Hunter, J. B. În: I.E.C. **45**, 1953, p. 147.
6. Hettinger, W. P., Keith, C. D., Gring, J. L. şi Teter, J. W. În: I.E.C. **47**, 1955, p. 719.
7. Voorhees, A., Jr. şi Smith, W. M. Advances in Petroleum Chemistry and refining., VIII-Interscience Publisher, New York, 1964.
8. Coonradt, H. L., Ciapetta, F. G., Garwood, W. E., Leaman, W. K. şi Moale, J. N. În: I.E.C., **53**, 1961, p. 727.
9. Heinemann, H., Mills, G. A., Hattman, H. L. şi Kirsch, F. W., În: I.E.C. **45**, 1953, p. 130.
10. Mills, G. A., Heinemmann, H., Millikan, T. N. şi Oblad, A. G. În: I.E.C. **45**, 1953, p. 134.
11. Fowle, M. J., Bent, R. D. şi Milner, B. E. Congresul Mondial al Petrolului, Secţia III, Roma, 1955, p. 241.
12. Connor, H. În: Chem. and Ind., 1960, p. 1 454.
13. Ciapetta, F. G. În: I.E.C., **45**, 1953, p. 162.
14. Twigg, G. H. În: Trans. Faraday Soc. **35**, 1939, p. 1 006.
15. Kazanski, B. A., Liberman, A. L. şi Batuev, M. I. În: Dokl. Akad. Nauk S.S.S.R. **61**, 1948, p. 67.
16. Herrington, R.F.G., şi Rideal, E. K. În: Proc. Roy. Soc., 1945, p. 434.
17. Donaldson, G. R., Pasik, L. F. şi Haensel, V. În: I.E.C., **47**, 1955, p. 731.
18. Mc Henry, E. W., Bertolacini, R. J., Brennan, H. M., Wilson, J. L. Seclig, H. S., 2-nd Congres de Catalyse, Paris, 1960.
19. Johnson M.L.F., Keith, C. D. În: J. Psys. Chem. **67**, 1963, p. 200.
20. Kenneth, K., Kearby, Thom., J. Patent S.U.A.-, 3.134.732.
21. *** Patent Brit. 1.010.421.
22. Bertolacini, R. J. Patent U.S., 2.928.792.
23. Barth, R. T. şi Ballan, E. V. În: Anal. Chem. **33**, nr. 8, 1961, p. 1 080.
24. Barbul, M., Şerban, Gh., Ghejan I. şi Filotti Tr. În: Petrol şi gaze, **19**, 1968, p. 181.
25. Marechal, J. J., Couvent, L. şi van Ryselberge, J. În: Rev. Inst. Franc., Pètrole et ann. Combustibles liquides, **12**, 1957, p. 1 067.
26. Bridges, J. M. şi Houghton, G. În: J. Amer. Chem. Soc., **81**, 1959, p. 1 334.

Debitmetre de masă folosite la măsurarea producţiei de ţiţei şi gaze

N. Puşcoiu

I. MĂSURAREA DEBITULUI DE MASĂ

Măsurarea debitului de masă este importantă, întrucît masa rămîne aceeaşi oriunde şi oricînd, fără să mai fie necesară corectarea ei la diferitele condiţii de presiune şi de temperatură în care se face măsurarea. Masa este independentă şi de proprietăţile fizice ale materiei.

Debitmetrele care execută măsurări masice se pot împărţi în următoarele grupe :

— debitmetre de masă, care sînt dispozitive de măsurare a debitului la care reacţia elementului sensibil este proporţională cu debitul masic real de curgere ;

— debitmetre de masă inferenţiale, care sînt dispozitive de măsurare a debitului volumetric care apoi este convertit în debit de masă prin compensaţie.

Rezultatele măsurărilor acestor aparate sînt independente de proprietăţile fizice ale fluidului care curge, adică : presiune, temperatură, număr Reynolds, viscozitate, densitate şi, de asemenea, independente de condiţiile mediului ambiant, ca : temperatură, umiditate şi presiune barometrică.

Folosind un debitmetru volumetric cu orificii, trebuie să se ţină seamă de următorii factori :

— presiunea statică ;
— presiunea diferenţială ;
— temperatura de curgere ;
— greutatea specifică a fluidului care curge ;
— dimensiunea orificiului ;
— diametrul conductei.

Ecuaţia fundamentală a debitmetrului de masă

Debitmetrele de masă şi inferenţiale funcţionează pe baza ecuaţiei debitului de masă :

$$M = A\ \rho\ v, \tag{1}$$

în care :

M este debitul de masă ;
ρ — masa specifică sau densitatea fluidului ;
v — viteza de curgere ;
A — suprafaţa secţiunii transversale a conductei de curgere.

Produsul ρv reprezintă momentul de curgere al curentului pe unitatea de suprafaţă transversală şi se notează cu m, deci $M = A.m$.

În consecinţă, orice aparat de măsurare a debitului de curgere, care detectează sau înregistrează momentul instantaneu m, este un debitmetru de masă. Dacă aparatul de măsurare detectează densitatea ρ şi viteza v şi multiplică aceste două semnale pentru a da produsul ρv ca semnal de ieşire din aparat, acest aparat este un debitmetru de masă inferenţial (compensat).

În cazul unei curgeri pulsatorii, un debitmetru inferenţial detectează o valoare medie în timp a densităţii ρ_t şi a vitezei v_t, în timp ce debitmetrul de masă detectează valoarea medie în timp a momentului m_t.

II. TIPURI DE DEBITMETRE DE MASĂ

A. Debitmetrul de masă bazat pe efectul Magnus

În figura 1 se prezintă o schemă de principiu a acestui debitmetru. Un cilindru amplasat în corpul aparatului împarte conducta de trecere a fluidului în două secţiuni egale. Cînd cilindrul este în repaus, debitul de masă este egal

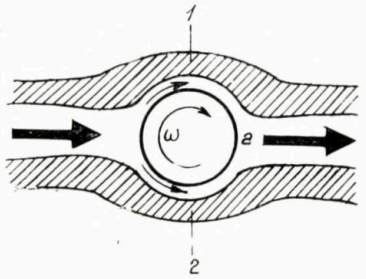


Fig. 1.

în ambele secţiuni de trecere şi presiunea în punctul 1 este egală cu aceea din punctul 2. Cînd cilindrul se roteşte cu o viteză constantă în sensul acelor de ceasornic, în punctul 1 viteza curentului se însumează cu viteza periferică a rotorului, iar în punctul 2 viteza curentului se micşorează cu viteza rotorului, adică :

$$v_1 = v_m + v_c \tag{2}$$

$$v_2 = v_m - v_c\ , \tag{3}$$

unde :

v_1, v_2 este viteza fluidului în punctul 1, respectiv 2 ;

v_m — viteza fluidului dacă rotorul ar fi imobil ;

v_c — viteza fluidului datorată circulaţiei rotorului.

Admiţînd că se poate aplica ecuaţia lui Bernoulli, adică există curgere staţionară $\left(\frac{\partial v}{\partial t} = 0\right)$ şi că fluidul este omogen şi incompresibil $\left(\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0\right)$, se poate scrie următoarea relaţie :

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2. \qquad (4)$$

Substituind ecuaţiile şi restrîngînd termenii, se obţine :

$$(p_2 - p_1) = 2\rho v_m v_c. \qquad (5)$$

De asemenea, expresia debitului de masă poate fi scrisă astfel :

$$M = 2\rho v_m A,$$

unde A este suprafaţa secţiunii transversale

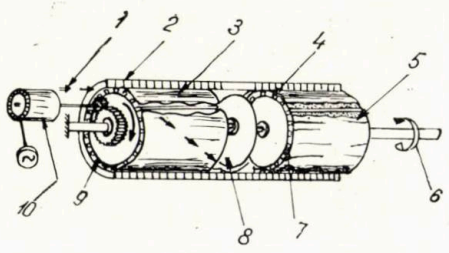


Fig. 2 *a*:

1 – sensul de curgere a fluidului; *2* – carcasă; *3* – rotor; *4* – deflector; *5* – turbină; *6* – cuplu de oprire *T*; *7* – spaţiu inelar; *8* – disc de decuplare; *9* – trecerea fluidului; *10* – motor cu viteza constantă.

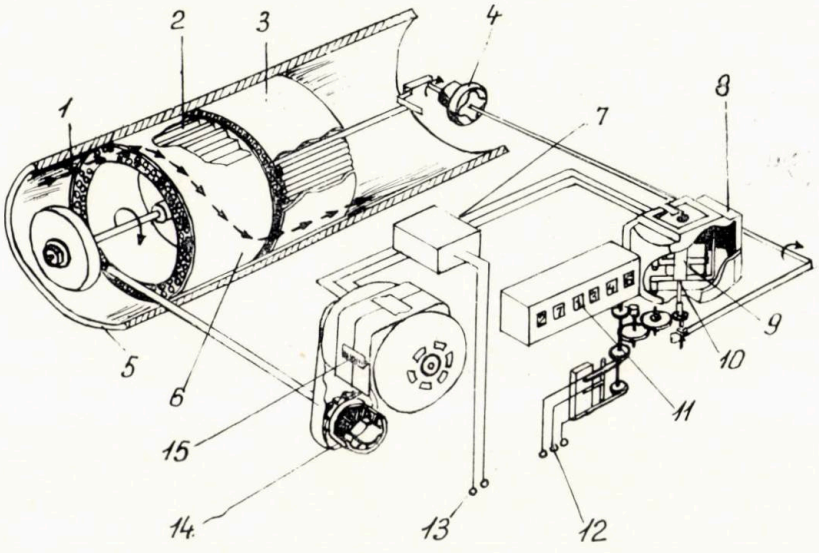


Fig. 2 *b*: →

1 – sensul de curgere a fluidului; *2* – sensor de debit; *3* – turbină; *4* – cuplaj magnetic; *5* – carcasă; *6* – rotor; *7* – transformator şi capacitor; *8* – mecanism de integrare giroscopic; *9* – axă secundară; *10* – axă principală; *11* – registrul ciclometrului; *12* – dispozitiv de contact; *13* – alimentarea cu curent 120 V; *14* – cuplaj magnetic; *15* – motorul rotorului.

a uneia dintre treceri în punctul 1 sau 2, aşa încît :

$$p_2 - p_1 = (M/A)v_c. \qquad (6)$$

Viteza v_c este constantă dacă turaţia rotorului se menţine constantă.

Măsurînd diferenţa de presiune dintre punctele 1 şi 2, din relaţia (5) se poate determina debitul de masă M.

Aceste aparate de măsurare a debitului masic, bazate pe efectul Magnus, nu s-au extins din cauza inexactităţilor de măsurare (în punctul a se formează unele vîrtejuri, iar o parte din acest lichid existent în această zonă este antrenat înapoi pe conductă de către rotor).

B. Debitmetre de masă bazate pe momentul transversal de curgere

Aceste aparate impun curentului de fluid un moment (viteză) transversal (în unghiul drept) faţă de curgerea axială (longitudinală) a curentului.

Debitmetrele masice bazate pe momentul transversal pot fi clasificate, astfel :

– cu curgere axială ;
– cu curgere radială ;
– cu curgere giroscopică.

Toate aceste aparate au posibilităţi de măsurare a curgerii pulsatorii, întrucît ele se bazează pe teoria momentului transversal, care este valabilă pentru curgerea nestaţionară. Elementul sensibil trebuie să fie construit astfel încît să poată :

– să urmărească mecanic pulsaţiile sau
– să detecteze o medie exactă a momentului de viteză m_t.

1. *Debitmetrul de masă cu momentul transversal şi curgere axială.* În figura 2 *b* se prezintă o vedere interioară a acestui debitmetru denumit şi debitmetru de masă cu moment unghiular.

Curgerea fluidului se face atît prin rotor, cît şi prin turbină. Fiecare element al acestui aparat este montat pe un ax separat. Atît rotorul, cît şi turbina sînt alcătuite din mai multe palete drepte, paralele cu axul conductei.

Dacă rotorul se învîrteşte cu o viteză oarecare ω, curentul de fluid care intră în rotor se va învîrti şi el cu aceeaşi viteză ω. În această situaţie, curentul de fluid posedă un moment unghiular sau transversal în plus faţă de momentul axial normal al curentului de curgere.

Turbina este amplasată adiacent rotorului și, întrucît nu se mișcă, ea îndreaptă curentul de fluid, adică elimină momentul unghiular din curentul de fluid care a fost furnizat de rotor.

A doua lege a lui Newton aplicată la turbină este :

$$T = \frac{dH}{dt}, \qquad (7)$$

unde :

T este momentul de rotație ;

H — momentul unghiular al curentului de fluid ;

t — timpul.

Dacă se examinează un element de fluid de masă dm, care trece de la un punct de referință la altul în timpul dt, momentul unghiular al acestei mase va fi :

$$dH = \omega dI, \qquad (8)$$

unde :

ω este viteza unghiulară a curentului la intrarea în turbină ;

dI — inerția momentului de masă dm față de axa rotorului.

$$dI = K^2\, dm, \qquad (9)$$

unde K este raza de girație a lui dm față de axa de rotație.

Practic, valoarea lui K este aproape egală cu distanța de la axa de rotație la centrul de trecere a fluidului.

Substituind ecuația (9) în (8) și împărțind prin dt, se obține :

$$\frac{dH}{dt} = \omega K \frac{dm}{dt}. \qquad (10)$$

Se observă că $\frac{dm}{dt}$ este debitul de masă M, iar $\frac{dH}{dt} = T$ din ecuația (7), astfel încît:

$$T = \omega\, K^2 M. \qquad (11)$$

Viteza ω și raza de girație K sînt menținute constante, astfel :

$$T = C_1\, M. \qquad (12)$$

Această relație arată că momentul la axa turbinei este direct proporțional cu debitul masic.

Aceste aparate dau rezultate bune la debite mici ; la debite mari precizia de măsurare scade.

2. *Debitmetrul de masă cu momentul transversal și curgere radială.* Acest aparat (fig. 3) este denumit debitmetru masic Coriolis. Curentul de fluid intră în corpul dispozitivului de măsurare care este rotit cu o viteză unghiulară constantă.

Interiorul corpului dispozitivului de măsurare este compus dintr-un element sensibil la curgere, denumit rotor, și o paletă de călăuzire plasată în aval.

Corpul aparatului de măsurare, rotorul și turbina sînt solidare și se rotesc cu aceeași

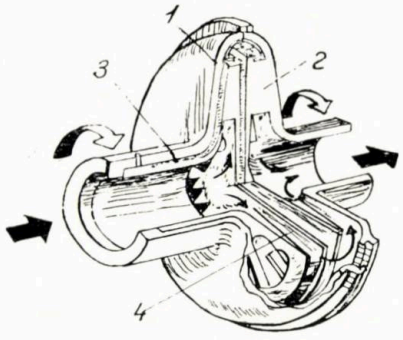


Fig. 3 :
1 – carcasa ; *2* – paleta călăuză ; *3* – tub pentru măsurat cuplul ; *4* – element sensibil rotor.

viteză unghiulară. Atît rotorul, cît și paletele de dirijare sînt radiale, fapt care face ca fluidul să aibă o viteză de rotație egală cu cea a rotorului. Curentul părăsește rotorul și intră în paletele de ghidaj cu o viteză tangențială egală cu zero.

În figura 4 se observă schema principiului de funcționare a acestui aparat. Curentul de fluid care curge prin tubul ce se rotește în jurul

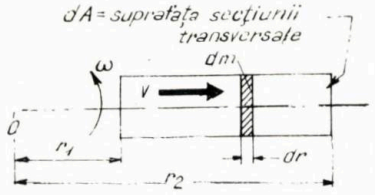


Fig. 4.

punctului 0 (fig. 4) este supus la o accelerație Coriolis.

Această accelerație are expresia următoare :

$$\alpha = 2\, v\, \omega, \qquad (13)$$

în care :

α este accelerația Coriolis ;

v — viteza masei de fluid din tub ;

ω — accelerația unghiulară.

Momentul creat față de punctul 0 (fig. 4) este:

$$M_0 = \int r\, (\alpha\, dm) \qquad (14)$$

însă:

$$dm = \rho A dr \qquad (15)$$

$$M_0 = \int_{r_1}^{r_2} 2v\omega\rho A r dr = v\rho A\omega (r_2^2 - r_1^2). \qquad (16)$$

Se observă că $v\rho A = M$, deci,

$$M_0 = M\,\omega\,(r_2^2 - r_1^2). \qquad (17)$$

Momentul M_0 este independent de profilul canalelor, dacă vitezele la intrare și la ieșire sînt radiale.

Se observă asemănarea ecuațiilor (17) și (12). Momentul care acționează asupra elementului sensibil este proporțional cu debitul de masă și cu viteza rotorului, care este constantă.

$$M_0 = C_2\,M. \qquad (18)$$

Ecuația (18) arată că momentul rotorului este direct proporțional cu debitul masic ce trece prin aparat.

Caracteristica acestui aparat de măsurare este aceea că, dacă se inversează direcția de curgere prin aparat, se inversează și momentul la rotor.

Întrucît dispozitivul de măsurare se rotește, aparatul trebuie să fie prevăzut cu etanșări rotative și cu lagăre atît la intrare, cît și la ieșire. Aceasta creează unele dezavantaje mecanice, în special dacă se lucrează la presiuni mari.

Un avantaj al acestui aparat de moment transversal cu curgere radială este acela că momentul unghiular furnizat curentului de către rotor este recuperat de către paletele de îndreptare. În consecință, puterea necesară aparatului trebuie să învingă numai frecarea în lagăre, în etanșări, pierderile la schimbările de sens și pierderile la intrarea și la ieșirea din aparat.

3. *Debitmetru de masă, giroscopic, de moment transversal.* Acest aparat este reprezentat schematic în figura 5 *a, b*. Analogia mecanică (fig. 6) arată că se poate asemăna cu un giroscop convențional montat pe două cadre.

Dispozitivul de măsurare girscopic constă dintr-o buclă închisă prin care fluidul curge liber. Această buclă „pretzel" se rotește în jurul axei x-lor (fig. 5 *a*).

În general, pentru giroscop, momentul față de axa y poate fi exprimat prin :

$$M_y = I_z\,\Omega\,\omega, \qquad (19)$$

în care :

ω este viteza de precesie a giroscopului ;
Ω — viteza unghiulară a rotorului giroscopului ;
I_z — momentul polar de inerție al fluidului din conductă față de axa z.

Dacă fluidul este omogen, atunci :

$$I_z = \rho\,(2\pi r A)\,r^2. \qquad (20)$$

Și dacă curgerea este uniformă, atunci :

$$v = \omega r, \text{ sau } \omega = \frac{v}{r}. \qquad (21)$$

Substituind ecuațiile (21) în (19) și restrîngînd termenii se obține :

$$M_y = (\rho v A)\;2\,\pi\omega r^2 \qquad (22)$$

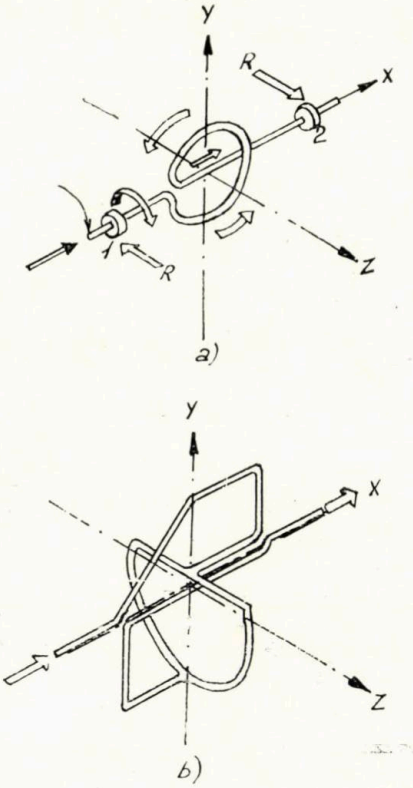


Fig. 5 *a, b*

sau

$$M_y = C_3\,M.$$

Acest aparat poate măsura debitul de masă de curgere bidimensională.

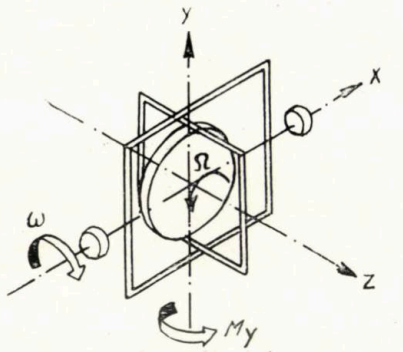


Fig. 6.

4. *Debitmetre de masă inferențiale*

În această categorie intră aparatele care determină curgerea masică prin compensații ale dispozitivelor de măsurat debitele volumetrice.

Debitmetrele de masă inferențiale pot fi grupate, astfel :

— dispozitive de presiune sau cinetice, cu compensație de densitate ;

— aparate bazate pe viteză, cu compensaţie de densitate;

— aparate de presiune sau cinetice, cu compensaţie de viteză;

— metode speciale.

Aparatele din primele trei clase se bazează pe două variabile care sînt introduse într-un calculator adecvat ce execută etapele necesare, pentru a realiza o detectare proporţională cu produsul ρv.

În clasa a patra, se execută funcţiuni în curent, sau în elementul primar, care produc o detectare proporţională cu produsul ρv.

4.1. *Aparate de măsurare a presiunii cu compensaţie de densitate.* Aparatul creează o diferenţă de presiune între două puncte, care este proporţională cu diferenţa dintre energiile cinetice ale celor două puncte.

Se consideră că energia cinetică este egală cu $\frac{1}{2}\rho v^2$. Aceasta presupune o curgere incompresibilă, irotaţională şi netranzitorie.

Evident, diferenţa de presiune este proporţională cu cele două variabile necesare pentru un debitmetru de masă — densitatea şi viteza; dar viteza figurează în ecuaţie la puterea a doua nu la puterea întîi, cum se cere în ecuaţia pentru debitul de masă.

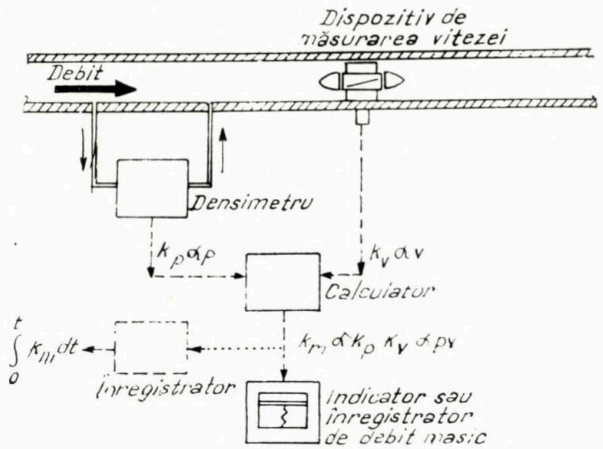


Fig. 7.

Aparatul de măsurare arătat în figura 7 poate fi oricare din tipurile următoare:

— Venturi;
— duză de curgere;
— un orificiu cu muchii drepte;
— tub Pitot;
— corp de antrenare;
— suprafaţă de ridicare.

Tipurile 1...4 se bazează pe o celulă de presiune diferenţială. Tipurile 5 şi 6 sînt mai puţin obişnuite. Se măsoară forţa netă care rezultă dintr-o diferenţă de presiune. Dacă forţa este paralelă cu axa conductei, dispozitivul este denumit „corp antrenant", iar dacă forţa este la un unghi drept faţă de axa ţevii, dispozitivul se numeşte „suprafaţă de ridicare".

Modul de funcţionare al unui densimetru (fig. 7) constă în a furniza un semnal proporţional cu densitatea fluidului de curgere.

Densimetrele care se utilizează pentru debitmetrele masice inferenţiale sînt de următoarele tipuri:

— densimetru cu plutitor;
— densimetre dinamice:
— cu cuplaj hidraulic;
— pe principiul ventilatorului;
— cristal piezoelectric;
— manometru cu radiaţii.

a. *Densimetrele cu plutitor* măsoară forţa de plutire a unui plutitor scufundat într-un circuit lateral al conductei. Aceasta este metoda cea mai directă de măsurare a densităţii.

b. *Densimetrele dinamice* măsoară, de asemenea, densitatea fluidului în mod direct.

Aceste aparate sînt de două tipuri:

— primul tip măsoară cuplul hidraulic dintre rotor, care este în mişcare, şi stator, care este în repaus. Cuplul hidraulic este direct proporţional cu densitatea fluidului dacă viteza unghiulară a rotorului este constantă. În acest densimetru forţele rezultate din cauza viscozităţii fluidului, la intrarea şi ieşirea din aparat, sînt foarte mici.

— cel de-al doilea tip de densimetru dinamic lucrează pe principiul ventilatorului, care constă în aceea că ridicarea presiunii într-un ventilator este direct proporţională cu densitatea fluidului, dacă viteza ventilatorului este menţinută constantă. Pentru a detecta creşterea de presiune în ventilator, se poate utiliza o celulă de presiune diferenţială. Principiul ventilatorului poate fi folosit la măsurarea densităţii gazelor, atît la presiune înaltă, cît şi la presiune joasă.

c. *Densimetrul cu cristal piezoelectric* prezintă interes, întrucît în condiţii de rezonanţă voltajul curentului unui cristal este direct proporţional cu densitatea fluidului. Un inconvenient îl prezintă faptul că voltajul este proporţional şi cu viteza de propagare a sunetului în fluid. În cazul lichidelor, viteza sunetului trebuie să fie evaluată şi compensată pentru diferite valori ale presiunii şi ale temperaturii. În cazul gazelor, compensarea se face numai pentru temperatură.

d. *Manometrul cu radiaţii* se foloseşte pentru măsurarea densităţii suspensiilor solide din diferite fluide.

5. *Aparate de măsurare a vitezei cu compensaţie de densitate*

La aceste aparate reacţiunea la curgerea fluidului a elementului primar este proporţională cu viteza curentului.

Dispozitivele de măsurare a vitezei cu compensare de densitate (fig. 8) pot fi de următoarele tipuri:

a. *Dispozitivele cu turbină* lucrează pe principiul proporţionalităţii vitezei de rotaţie a

turbinei cu viteza curentului. Viteza turbinei este detectată și măsurată pe cale magnetică.

b. *Dispozitivele care funcționează pe principiul vîrtejului* creează un vîrtej la peretele unei camere situate în conducta de curgere. Viteza de rotație a acestui vîrtej este proporțională cu viteza curentului din conductă.

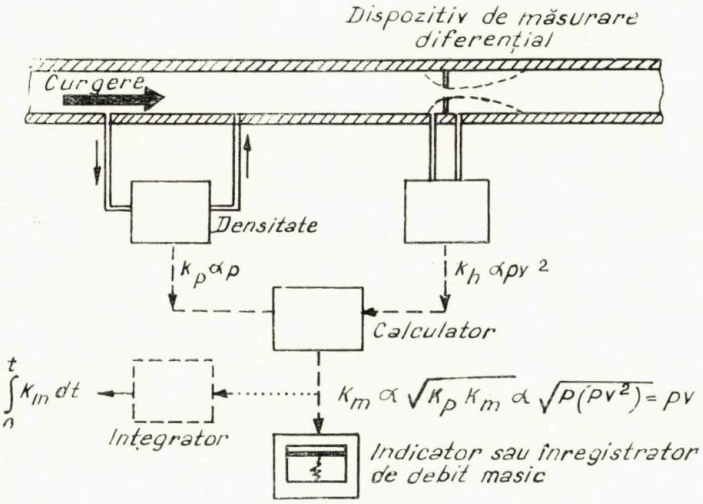


Fig. 8.

c. *Dispozitivele electromagnetice.* Aceste aparate au un conductor care se mișcă perpendicular pe un cîmp magnetic, dezvoltînd în acest fel un curent electric prin conductorul în mișcare. Voltajul curentului este proporțional cu viteza de mișcare a conductorului. În cazul acestor aparate curentul de fluid servește drept conductor, iar cîmpul magnetic este produs de doi poli ai unui electromagnet.

d. *Aparate ultrasonice* sînt compuse din două transmițătoare de sunete ultrasonice, montate în conducte; unul dintre cele două transmițătoare este montat în amonte, cu fața înspre avalul conductei, cel de-al doilea este montat în aval, cu fața spre amonte.

În diferite puncte pe conductă se montează receptoare de sunet. Viteza undei sonore, înspre aval, este egală cu viteza sunetului plus viteza curentului. Viteza undei sonore, înspre amonte este egală cu viteza sunetului minus viteza curentului.

Compensarea de densitate și la acest aparat se face ca și la aparatele descrise anterior.

6. *Aparate de presiune sau cinetice cu compensare de viteză*

Oricare aparat de presiune descris anterior poate fi combinat cu un aparat de măsurat viteza. Calculul debitului se face împărțind semnalul obținut de aparatul de presiune la semnalul aparatului de viteză. Din această împărțire rezultă la calculator un alt semnal, care este proporțional cu produsul ρv.

7. *Metode speciale de măsurare a debitelor de masă inferențiale*

Ca metode speciale de măsurare a debitelor masice se pot cita următoarele:

— metoda de folosire a turbinei cu palete ajustabile, și

— metoda de folosire a orificiului cu suprafață ajustabilă.

a. *Turbina cu palete ajustabile* este o variație a turbinei cu compensare de densitate. Deosebirea constă în aceea că semnalul de la debitmetru, în loc să fie introdus în calculator, este utilizat pentru a ajusta o serie de palete aflate în amontele turbinei. În acest fel se provoacă o rotire a curentului de fluid, care furnizează funcțiunea de compensare a densității. Viteza turbinei este proporțională cu produsul ρv. Integrarea pentru determinarea debitului de masă se face în funcție de numărul total de rotații ale turbinei.

b. *Orificiul cu suprafață ajustabilă* (fig. 9)

Unele aparate utilizează un dispozitiv cu orificiu ajustabil, în funcție de densitatea fluidului care curge prin conductă. Dispozitivul are un burduf care schimbă poziția unui dop într-un orificiu, mărindu-i sau micșorîndu-i secțiunea de trecere a fluidului. Pe măsură ce presiunea crește sau temperatura descrește, burduful se va comprima

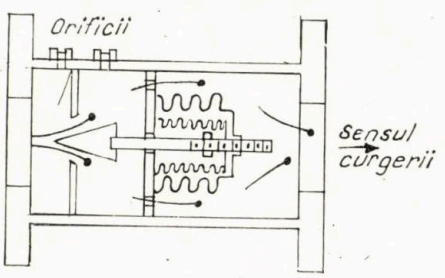


Fig. 9.

pentru a realiza o creștere a secțiunii de trecere a orificiului. Printr-o construcție adecvată a dopului, se poate obține o relație de proporționalitate între presiunea diferențială din amonte și aval de orificiu și debitul de masă.

BIBLIOGRAFIE

1. Halsell, M. Ch. Mass Flowmeters. În: Industrial Standard Automation J, iun, 1960.
2. * * * Catalog Black Sivalls and Brysoe, Oklahoma, 1967.
3. Erhan, Al., Ormazu, L și Petcu, N. Aparate de măsură și control folosite în foraj-extracție. Ed. tehnică, 1969.
4. Slev, V. și Evghenide, C. Aparate de măsură și control pentru parcurile de separatoare, STE—IPCUP, 1966.
5. Socol, S., Evghenide, C. Ionăscuț, A. și Andrei, A. Automatizarea în extracția și transportul țițeiului și gazelor. Ed. tehnică, 1968.

Considerații privind siguranța în funcționare în industria de petrol și gaze

Gh. Smărăndache

Cunoscută în literatura de specialitate sub denumirea de „Fiabilitate", siguranța în funcționare a aparatelor, a echipamentelor și a instalațiilor a fost definită în mai multe moduri.

Astfel, Academia Franceză de Științe i-a dat următoarea definiție :

Fiabilitatea este „mărimea care caracterizează securitatea în funcționare, în condițiile de utilizare prescrise pentru un echipament sau pentru o instalație" ; sau : „măsurarea după normele prescrise a probabilității de funcționare a unui echipament sau a unei instalații".

Definiția dată de RETMA (Radio Electronics Television Manufactures Association) precizează clar noțiunea și se pare că răspunde cel mai bine cerințelor practice ale lumii industriale : „Siguranța în funcționare (fiabilitatea) este probabilitatea ca un echipament, o instalație sau părțile componente ale acestora să funcționeze fără întrerupere (fără a se defecta), o anumită perioadă de timp, în condițiile de climatizare prescrise".

Limitarea de către unii specialiști a acestei noțiuni la anumite echipamente sau instalații a fost infirmată de evoluția concepției generale asupra bunei funcționări a instalațiilor și asupra desfășurării în condiții normale a proceselor tehnologice din toate domeniile de activitate.

Dacă la început noțiunea a fost găsită potrivită numai pentru anumite domenii, între care primul a fost electronica, unde siguranța în funcționare este o condiție esențială, pe parcurs ea a fost extinsă și la alte domenii, ca, de exemplu, aeronautică, astronautică, fizică nucleară, energetică, astăzi fiind generalizată în toate ramurile în care se desfășoară o activitate tehnică.

Una dintre ramurile în care fiabilitatea deține un rol important este industria petrolului și a gazelor naturale, unde începînd de la lucrările de cercetare geologică și terminînd cu complicatele procese din rafinăriile moderne, buna funcționare a echipamentelor și securitatea exploatării sînt condiții importante.

De aceea, inginerii și tehnicienii din industria petrolieră acordă un interes crescînd problemelor referitoare la fiabilitate, probleme pentru care cercetarea operațională este un instrument eficace.

În prezent, folosirea ecuațiilor funcționale și a modelelor matematice reprezintă metodele curente de simulare a proceselor tehnologice, iar studiul lor duce la concluzii practice, deosebit de utile.

Aceste metode s-au dezvoltat paralel cu amploarea pe care a luat-o folosirea mijloacelor moderne de calcul — calculatoarele electronice — singurele capabile să rezolve, în timp util și cu maximum de economie de efort uman, acest tip de probleme.

*

Problema bunei funcționări a instalațiilor a constituit o preocupare deosebită pentru personalul tehnic de exploatare, cu mult înainte de preluarea metodelor statistice și matematice de către cercetarea operațională și de folosirea lor la simularea proceselor.

O anumită instalație sau un echipament erau montate, li se făcea rodajul, apoi intrau în exploatare normală și abia pe parcursul exploatării, experimental, se puteau face aprecieri și se puteau trage concluzii asupra comportamentului acestuia și asupra gradului în care erau satisfăcute condițiile de bună funcționare.

Metodele de cercetare ale fiabilității oferă astăzi posibilitatea ca, încă din faza de proiectare, făcîndu-se un studiu matematic, să se determine valoarea probabilă a gradului de siguranță în funcționare al unui echipament, al unei instalații etc., în condițiile concrete de exploatare, precum și volumul pierderilor probabile de producție provocate de diversele opriri (defectări), oferind, prin urmare, argumente sigure în luarea deciziilor de achiziționare sau de instalare a utilajului respectiv.

Metodele statistico-matematice de studiere a funcționării unui echipament se pot aplica chiar pe parcursul funcționării echipamentului respectiv, din studiul lor se trag concluzii importante asupra gradului de îmbătrînire și asupra duratei de viață, eventual putîndu-se obține indicații asupra modului de exploatare în continuare, în vederea prelungirii duratei de viață a echipamentului. Astfel, dacă se reprezintă într-o diagramă timpul de funcționare a unei instalații, de la punerea în func-

țiune și pînă la scoaterea din exploatare, cu ajutorul metodelor de cercetare ale fiabilității se pot stabili cu o bună aproximație punctele care marchează etapele importante din exploatarea instalației respective (fig. 1).

Punctul A reprezintă sfîrșitul rodajului sau al probelor de punere în funcțiune, adică a perioadei incipiente, cînd frecvența de apariție a avariilor este în continuă descreștere, datorită remedierii defecțiunilor de fabricație sau de montaj.

Intervalul AB reprezintă perioada de funcționare normală, adică o perioadă în care pot apărea defecțiuni, dar cu o frecvență mai mică sau cel mult egală cu limita admisă.

Fără ajutorul metodelor matematice de tratare a problemei nu ar fi posibilă aprecierea stării de uzură a instalației, decît fie procedînd la demontarea instalației, ceea ce este inadmisibil, fie intuitiv, cu un grad de aproximație total nesatisfăcător.

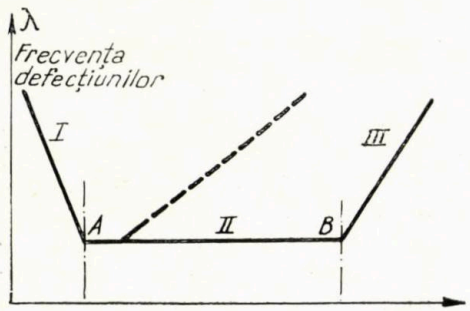


Fig. 1. Frecvența defecțiunilor în funcție de timpul de funcționare al unei instalații: zona *I* – perioada de punere în funcțiune; zona a *II*-a – perioada de exploatare la parametrii proiectați, garantată; zona a *III*-a – perioadă de îmbătrînire.

Atît ordonata cît și lungimea palierului AB variază de la un caz la altul, în funcție de natura sistemului, de gradul de uzură morală a utilajelor, de calitatea și de condițiile exploatării.

Experimental s-a constat că pentru aparatele electrice, magnetice, electronice, palierul AB are o ordonată mică și o lungime mare, în timp ce pentru utilajele mecanice, unde uzura apare chiar de la sfîrșitul perioadei de rodaj, palierul AB este mai scurt. În cazul acestora din urmă, trebuie avută în vedere posibilitatea intervenirii reviziilor și a reparațiilor curente, care, printr-o judicioasă programare, pot lungi intervalul AB.

Punctul B marchează începutul ultimei perioade din viața instalației, în care frecvența de apariție a defecțiunilor crește, ajungînd în cele din urmă la o valoare de la care continuarea exploatării devine nerentabilă și cu un grad de securitate scăzut, ceea ce determină scoaterea din funcțiune.

Din cele arătate se poate trage concluzia că aplicarea metodelor de cercetare statistico-matematice ale fiabilității nu are numai un caracter informativ asupra stării utilajului respectiv, ci constituie un ghid în sensul raționalizării exploatării.

În realitate, diagrama funcționării unei instalații în exploatare (fig. 1) este o curbă discontinuă, aproximația liniară prin segmente de dreaptă fiind adoptată pentru simplificare.

Fiabilitatea unei instalații se reprezintă matematic printr-o funcție exponențială de timp de forma următoare [1]:

$$F(t) = e^{-\int_0^{\infty} \lambda(t)\, dt}, \qquad (1)$$

în care $\lambda(t)$ reprezintă funcția de distribuție a avariilor posibile.

Funcția $F(t)$ reprezintă curba de funcționare în timp a instalației în exploatare, în condiții de mediu cunoscute.

În continuare, se vor prezenta cîteva exemple de variație a lui $\lambda(t)$ și, corespunzător, alura curbei $F(t)$.

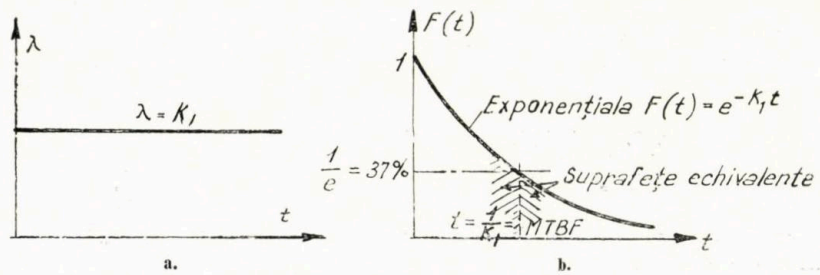


Fig. 2. Variația fiabilității în cazul unui sistem cu degradare constantă în timp ($\lambda = K_1$).

În cazul în care $\lambda(t)$ are o distribuție constantă în timp, $\lambda(t) = K_1$ (fig. 2 *a*), adică frecvența de defecțiuni este constantă, $F(t)$ are alura exponențialei clasice (fig. 2 *b*).

$$F(t) = e^{-K_1 t}.$$

Dacă $\lambda(t)$ are o variație proporțională cu timpul, $\lambda(t) = Kt$ (fig. 3 *a*), $F(t) = e^{-\frac{1}{2}Kt^2}$, care, de fapt, reprezintă legea de distribuție a lui Gauss (fig. 3 *b*).

În ambele cazuri se definește media de timp de bună funcționare (MTBF) ca reprezentînd perioada în care frecvența de apariție a defecțiunilor rămîne sub limita admisă. De exemplu, în cazul legii exponențiale pentru $F(t)$, această valoare corespunde lui $t = \frac{1}{\lambda}$ și are valoarea $\frac{1}{e} = 37\%$. În general, însă este necesar să se cunoască fiabilitatea unui ansam-

blu care este funcţie de fiabilităţile parţiale ale subansamblurilor componente şi, în acest caz, se face apel la operaţii cu probabilităţi.

În industria petrolieră se întîlnesc trei cazuri de montaj : montajul în serie, montajul cu elemente ajutătoare şi montajul în paralel.

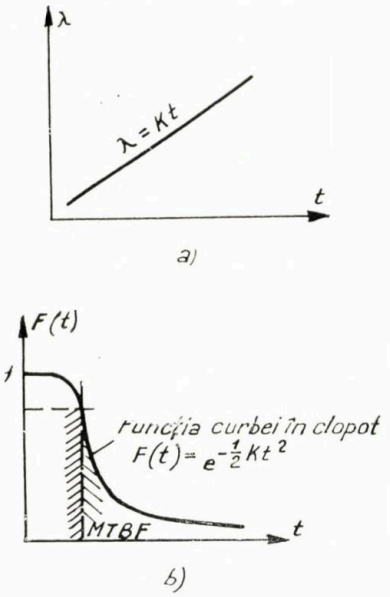


Fig. 3. Variaţia fiabilităţii în cazul unui sistem cu degradare proporţională în timp ($\lambda = K.t$).

Pentru a face un studiu al fiabilităţii în cazul montajului în serie, trebuie considerat rolul fiecărui element din linia de funcţionare a instalaţiei (cazul unui parc automatizat de separare gaze-ţiţei).

Se pot găsi înseriate pe linia de fiabilitate elemente care sînt funcţional independente, dar care, în mod separat, pun în joc buna funcţionare a instalaţiei.

În acest caz evaluarea gradului de fiabilitate a instalaţiei duce la operaţii cu probabilităţi de evenimente independente, ceea ce constituie o simplificare a calculului.

Montajul denumit de lucrătorii din rafinării „în paralel", privit din punctul de vedere al fiabilităţii, este un montaj supraîncărcat, (cazul alimentării instalaţiei de cracare cu două pompe).

Uneori, cînd fiecare pompă are o capacitate egală cu jumătatea sarcinii şi funcţionează continuu, se montează o a treia pompă auxiliară cu aceleaşi caracteristici.

Pentru a putea plasa un subansamblu pe schema de fiabilitate, trebuie bine cunoscute caracteristicile şi funcţiile acestuia. Căutarea unei scheme optime a unei instalaţii duce la ameliorarea fiabilităţii elementelor sale sau la dublarea unora, dacă este cazul. În industria de petrol se practică în mod obişnuit dublarea unor elemente pentru a mări siguranţa în funcţionare. Se montează ajutător sau în paralel, pompe, filtre, by-passe, ventile şi altele. Această soluţie este uşoară, dar costă dublu, atît ca investiţie cît şi ca cheltuieli de exploatare, lucru uitat uneori, în special, la proiectare.

Interesant de remarcat este faptul că nu se prevăd rezerve pentru unele elemente vitale în funcţionarea unei instalaţii, cum ar fi, de exemplu, compresorul de hidrogen la instalaţiile de reformare catalitică sau suflantele de la cracarea catalitică, care constituie inima acestor unităţi.

În general, se preferă creşterea fiabilităţii pe subansamble sau pe elemente. Acest lucru costă mai puţin şi evită dublarea întregului sistem.

Astfel, fiabilitatea presetupei unei pompe influenţează foarte mult fiabilitatea pompei şi nimic nu împiedică să se prevadă o presetupă ajutătoare, care să funcţioneze numai în cazul defectării primei. S-ar evita în felul acesta practica folosită adesea de a se instala o a doua pompă.

În cazul cel mai frecvent al instalaţiilor din industria de petrol, elementele au o funcţionare intercorelată, fapt ce face să se recurgă la calcule de probabilităţi condiţionate.

Cînd elementele componente ale instalaţiei funcţionează independent unele de altele, fiabilitatea instalaţiei este produsul probabilităţilor parţiale de bună funcţionare a fiecărui element.

Conceptul de fiabilitate răspunde unor probleme puse de progresul tehnic. Fiabilitatea este o caracteristică esenţială a oricărui echipament, legată organic de calitatea acestuia şi, deci, şi de preţul de vînzare. Faptul însă că fiabilitatea este o caracteristică a modu-

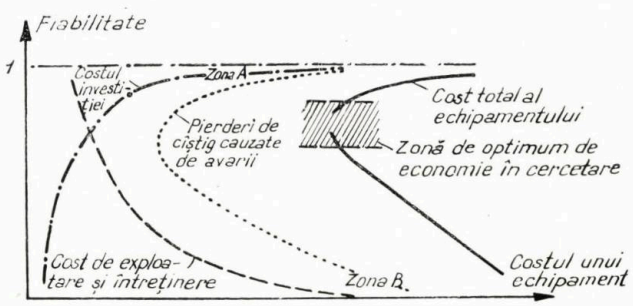


Fig. 4. Expresia grafică a relaţiei dintre fiabilitate, investiţie şi cheltuielile de exploatare : zona A — a avariilor rare ; zona B — a avariilor frecvente.

lui de comportare în exploatare a unui echipament, pe întreaga sa durată de viaţă, face ca aceasta să fie strîns legată şi de costurile de exploatare.

În diagrama din figura 4 se arată care este legătura dintre costul de cumpărare, cheltuielile de exploatare şi fiabilitate.

Aceste constatări se aplică atît instalaţiilor mici şi simple cît şi instalaţiilor industriale cele mai complexe. Ele determină legătura care există între un echipament sau o instalaţie, preţul de vînzare şi cheltuielile de întreţinere.

Un utilaj cu o fiabilitate mare va avea un preţ de vînzare ridicat, iar cheltuielile de întreţinere vor fi mici, pe cînd un utilaj cu o fiabilitate scăzută va costa mai puţin, dar, în exploatare, cheltuielile de întreţinere şi pierderile de producţie provocate de opririle mai frecvente vor fi mai mari.

În alegerea unui utilaj sau a unui echipament trebuie să se caute optimul. Nu trebuie niciodată căutat optimul de concepţie, de construcţie sau de întreţinere, ci un optim global, în timp. Acest lucru e cu atît mai greu şi mai delicat cu cît sistemul de studiat este mai complex în tehnologia şi în realizarea sa.

Se ştie, de asemenea, că fiabilitatea unui echipament scade cu timpul, după o lege exponenţială, dacă frecvenţa opririlor ($\lambda(t)$) este constantă. Fiecărui moment din viaţa unui utilaj îi corespunde o fiabilitate determinată. Într-un context unde fiabilitatea nu este cunoscută, în mod subiectiv, se poate aprecia că valoarea reziduală a fiabilităţii echipamentului variază aproximativ după legea : $F(t) = e^{-Kt}$ (fig. 5).

Se poate afirma că fiabilitatea şi preţul de vînzare pot în mod riguros să caracterizeze un echipament şi să permită astfel cumpărătorului o alegere mai uşoară şi sigură, pe baza aprecierii particularităţilor sale tehnologice constructive, a performanţelor şi a randamentului.

Pentru fabricantul de echipament se pune problema ca, pentru un preţ definit, să asigure

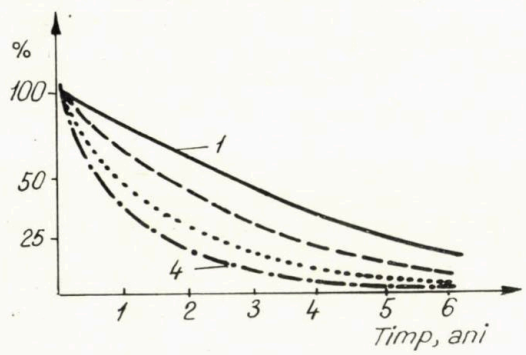


Fig. 5. Variaţia valorii reziduale a fiabilităţii unui agregat în funcţie de timp.

o calitate optimă, care să-i permită să lege marca fabricii de termenul ,,garantat''. Noţiunea de ,,garantat'' a evoluat foarte mult de cîtva timp şi competiţia economică a epocii contemporane este o cauză a acestei evoluţii. Fiabilitatea permite să se examineze diferite aspecte privind garanţia. La originea garanţiei este un angajament prin care fabricantul se face garantul echipamentului pe care-l vinde. El răspunde de calitatea echipamentului şi de posibilitatea de defectare, luînd în considerare încă din faza de proiectare un nivel maxim de incidente sau serviciul minim pe care ar putea să-l aducă echipamentul.

Se observă că pentru a garanta în mod serios un material dat, fabricantul recurge la o evaluare a probabilităţii de defectare sau a probabilităţii de evaluare a viciilor ascunse şi neprevăzute, ceea ce se făcea în mod subiectiv pînă acum.

Dar competiţia economică face să intre în joc concurenţa, asumarea de riscuri şi schimbarea acestei garanţii, pur subiectivă şi psihologică, cu o garanţie mult mai palpabilă, pentru clientul dornic de a vedea totul exprimat în preţul de vînzare.

Ceea ce trebuie să se facă în momentul cumpărării este un bilanţ de fiabilitate. Prevederea garanţiei ca un contract de fiabilitate este posibilă în măsura în care se poate traduce valoarea serviciului în costul de întreţinere.

Luînd în considerare dobînzile plătite, pierderile de producţie pe care le antrenează opririle (defectările) şi valoarea reziduală a unui echipament, după un oarecare timp de serviciu, se poate spune, de exemplu, că cumpărarea unui echipament oarecare la un preţ determinat, cu o garanţie în piese de schimb şi mînă de lucru pe un an, înseamnă a plăti înainte preţul pe care nu-l va valora acesta decît după un an, avînd dreptul de a-l utiliza gratuit timp de un an, în condiţii bine delimitate de performanţă. Mai mult, se poate spune că a cumpăra un echipament definit, la un preţ determinat, cu o garanţie în piese şi mînă de lucru pe un an, înseamnă a plăti în costul de achiziţie al acestui echipament valoarea totală a reparaţiilor datorate tuturor defectărilor (opririlor) pe care acest echipament ar putea să le aibă într-un an, acestea fiind funcţie de probabilitatea de apariţie a defectelor.

Se observă interesul ce există atît pentru cumpărător cît şi pentru vînzător, de a determina punctul D (fig. 6) cu cea mai mare precizie posibilă, lucru ce se poate realiza efectuînd un calcul de fiabilitate.

Se vor elimina cazurile de evaluare subiectivă atît de o parte cît şi de cealaltă, care pot să ducă la excese, fie de cîştig, fie de pierderi, pentru unul sau pentru altul.

În acest caz, în toate eventualităţile, beneficiul sau pierderile vînzătorului trec, într-un an, de la valoarea AB la valoarea EN.

Faptul de ,, a se face să ruleze'' sau de ,,a se face o afacere'' în materie de garanţie nu are originea decît în precizia de apreciere a probabilităţii de funcţionare şi, în consecinţă, în precizia studiului de fiabilitate, obţinută de vînzător şi de cumpărător.

Dacă fabricantul vinde la acelaşi preţ un echipament cu cea mai înaltă fiabilitate, el

va beneficia în timpul garanției (punctele D' — E' — H' și curba punctată), iar vînzătorul ar putea să prelungească termenul de garanție, fără ca beneficiul său să sufere (E'').

Vînzătorul trebuie să-și facă socotelile și să-și măsoare riscurile asumate. Dacă cumpărătorul, prin experiența sa, cunoaște mai bine

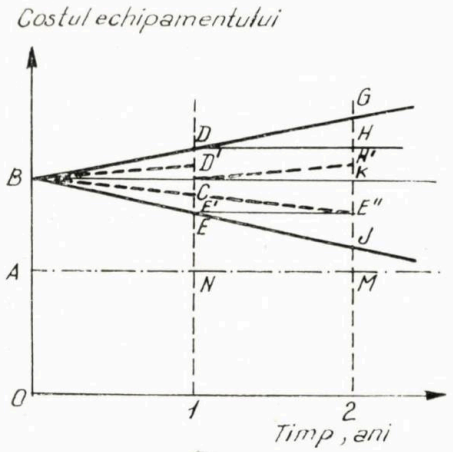


Fig. 6. Expresia grafică a garanției :

OA — prețul de cost al constructorului ; AB — beneficiul brut al constructorului ; OB — prețul de vînzare al constructorului ; DC — costul de întreținere probabil în primul an ; E — este simetric cu D în raport cu C ; GM și GK — costul de întreținere în al doilea an (presupunere) ; EN și JM — beneficiul final al constructorului după un an sau doi de garanție.

decît fabricantul fiabilitatea echipamentului pe care-l cumpără, el ar putea să ceară o micșorare a prețului, prin renunțare sau prin prelungirea garanției.

Avantajul va fi de partea aceluia care va face studiul de fiabilitate cel mai riguros.

Toate punctele din jurul acestor valori pot fi obținute (ordonata punctului H mult mai ridicată după garanție ; ordonata punctului B de discutat în funcție de ușurința de întreținere a materialului ; cazul unui λ proporțional cu timpul). În rezumat, contrapartea de asigurare a bunei stări de funcționare în timp este un cost de plecare pe care numai un studiu statistic al frecvenței defectărilor și al incidenței lor financiare poate să-l determine cu precizie.

Unitatea cu care se măsoară garanția este legată de fiecare tip de echipament și poate fi timpul de funcționare, numărul de cicluri, regimul de exploatare, kilometrajul, tonajul, performanțele la care este utilizată instalația. Rezultă că în ultimă instanță, fiabilitatea este influențată de performanțele la care lucrează o instalație sau un echipament. Dacă se dorește să se utilizeze un echipament de producție într-un mod optim, condițiile de funcționare sînt primordiale. Schimbarea timpului de funcționare poate să modifice probabilitatea de urmat și, în consecință, durata de viață. Fiabilitatea ne sensibilizează la relația foarte strînsă care există între restricțiile admise la punerea în funcțiune a unui echipament și o caracteristică constructivă ce poate fi degradată în timpul exploatării.

Acesta este cazul unei conducte de transportat țiței, care este exploatată la un regim sever de debit și de presiune. Poate fi, de asemenea, cazul unei pompe de alimentare sau al unui cazan de abur care funcționează continuu cu o suprasarcină de 10% peste prevederile proiectului.

Trebuie să se sublinieze că această problemă a performanțelor, care definitivează condițiile de utilizare stabilite la concepția echipamentului și condițiile reale de urmat în timpul funcționării, are o importanță din ce în ce mai mare, căci marjele de securitate dictate de rentabilitatea operațiilor de investiții, între condițiile de utilizare maxim posibile și condițiile care aduc degradarea echipamentului, sînt mult mai strînse decît în trecut, pentru pompe de proces, reactoare de cracare, coloane de distilare etc.

Tehnicienii țin seama de siguranța în funcționare, atît în calculele lor de concepție, cît și în cele de programare a producției, în scopul asigurării unei utilizări optime a echipamentului.

Un mare rol pentru cumpărătorul unui echipament îl are recepția făcută în momentul cumpărării, modul în care este făcută și de către cine este făcută. A recepționa un echipament înseamnă a aprecia calitatea sa. Faptul de a ști dacă un material este conform, la execuția sa, cu un caiet de sarcini, cu normele de specificație, este depășit.

Ceea ce importă foarte mult este aptitudinea de a păstra în timp caracteristicile sale de la execuție (care rezultă din caracteristicile sale de concepție și de construcție).

O recepție de echipamente, materiale etc. trebuie făcută în vederea serviciului pe care echipamentul trebuie să-l aducă avîndu-se în vedere, de asemenea, comportarea pe care o va avea acesta în funcție de restricțiile ce se vor impune.

Recepția sistematică a echipamentului trebuie făcută de către un personal bine informat asupra tuturor parametrilor care condiționează existența viitoare a acestuia (coroziune, eroziune, degradări de toate felurile, uzură etc.).

Valoarea recepției, utilitatea și rentabilitatea sa se găsesc clar redate, cu ajutorul fiabilității, în figura 7.

Aceasta nu este decît cuantificarea nivelului tehnic al originii (A), (A'), (A''), compararea sa cu cea promisă la comandă (B), evaluarea probabilă (C) în timp, care, de fapt, determină importanța recepției și, în consecință, evaluarea probabilității de urmat a fiabilității sale.

Din cele arătate pînă acum, se desprinde clar faptul că fiabilitatea reușește să caracterizeze din punct de vedere calitativ concepția constructivă adoptată de proiectant, modul de

execuţie a echipamentului, securitatea în exploatare, nivelul cheltuielilor de întreţinere, precum şi pierderile provocate beneficiarului de durata şi de frecvenţa opririlor.

Locul pe care-l va ocupa echipamentul în industria de mîine va fi preponderent. Prin

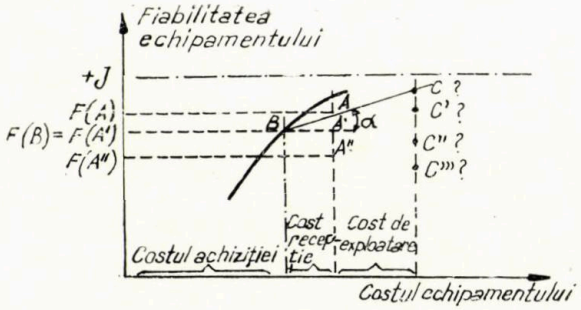


Fig. 7. Expresia grafică a relaţiei dintre fiabilitate şi costul de achiziţie al unui echipament:

$F(B)$ – fiabilitatea prevăzută de constructor; $F(A)$, $F(A')$, $F(A'')$ – fiabilitatea certificată la recepţii; $F(C)$, $F(C')$, $F(C'')$, $F(C''')$, – fiabilitatea probabilă în timp; α – caracteristica de rentabilitate la recepţie.

intermediul automatizării, veritabilul mijloc de producţie va fi echipamentul, iar funcţiile sale vor condiţiona aproape singure rentabilitatea întreprinderii; fabricat în serie şi funcţionînd în condiţii perfect definite şi invariabile, va trebui să se opereze asupra limitei de fiabilitate şi de securitate.

Trebuie acceptat faptul că, fizic, matematic şi teoretic, securitatea de 100% nu există.

Practic, sînt de amintit cazurile de forţă majoră. Se demonstrează că actualmente 20% din incidente, accidente sau incendii sînt datorate defectelor echipamentelor şi materialelor, iar 80% sînt datorate oamenilor, lucru ce nu va mai exista atunci cînd instalaţiile vor fi în întregime automatizate pentru că operatorul de exploatare din casa de comandă va dialoga direct cu calculatorul de proces.

În viitor, cauzele acestor întreruperi vor fi tratate direct de maşină. Noţiunea de încredere în utilaj, aceea de siguranţă în funcţionare a echipamentului, a funcţionării, de securitate efectivă, pe care industria de petrol, mai vulnerabilă decît multe altele o presupune, va trebui definită în mod clar.

În ceea ce priveşte întreţinerea echipamentelor, a instalaţiilor etc., siguranţa în funcţionare are de rezolvat mai multe probleme:

– diminuarea ponderii opririlor provocate de defecte în funcţionare, pentru a permite o exploatare continuă;

– prevederea defectărilor posibile, în scopul planificării intervenţiilor şi al lichidării opririlor;

– reducerea la minimum a timpului de imobilizare pentru demontaj şi repunerea în stare de funcţionare normală.

Reducerea timpului de imobilizare este direct legată de aptitudinea la întreţinere a echipamentului.

Pentru aceasta, în ultimul timp au apărut o multitudine de metode tehnice noi, de inspecţie pe tip de întreţinere, de cercetări grafice (PERT, CPM etc.), în întrebuinţarea calculatoarelor.

Se constată în fapt că orientarea întreţinerii este de a îmbunătăţi siguranţa în funcţionare a echipamentelor, deci a MTBF.

Studiul aptitudinii de întreţinere permite să se calculeze MTTR (media de timp total al reparaţiilor) şi să se precizeze ceea ce interesează cel mai mult exploatarea, adică disponibilitatea echipamentului (D);

$$D = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}.$$

Disponibilitatea echipamentului rezultă din raportul dintre media timpului de bună funcţionare şi timpul total în care echipamentul este susceptibil de a îndeplini funcţia sa şi dorim să fie utilizat (şi nu obligatoriu timpul total de existenţă).

Se ştie că disponibilitatea instalaţiilor din industria petrolieră este de ordinul a 0,95 şi că, dacă ameliorarea acestei cifre este încă posibilă, aceea a valorii care reprezintă fiabilitatea este dinpotrivă foarte perfectibilă, mai ales pentru pompe şi compresoare, unde ea este foarte repede descrescătoare şi constrînsă la o supraîncărcare secvenţională.

Cercetarea reducerii timpului de oprire a unităţilor, care echivalează cu cercetarea îmbunătăţiri disponibilităţii maxime, este discutabilă în momentul cînd se face o analiză a siguranţei în funcţionare.

Faptul că începînd de la un număr oarecare de ore de lucru sau de la o oarecare „densitate umană" a intervenţiilor, costul nu este proporţional cu timpul sau cu numărul de om-ore, orientează cercetarea spre un optim pe care numai un studiu de fiabilitate îl poate rezolva.

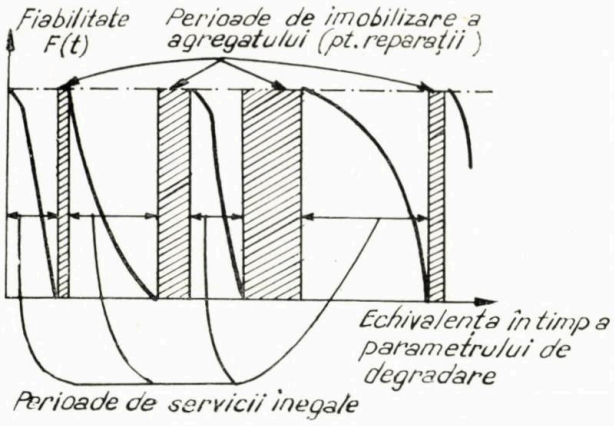
Această evoluţie a politicii de întreţinere poate să se traducă grafic, dacă se reprezintă variaţia probabilităţii de lungire a vieţii echipamentului în funcţie de echivalenţa în timp a parametrului de degradare principal.

Se vor analiza în continuare cîteva căi privind modul de tratare a întreţinerii.

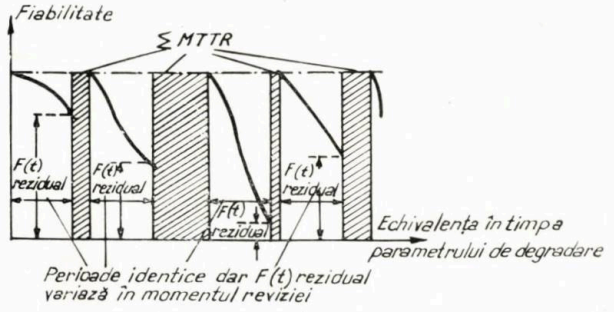
1. Nu se face nimic preventiv, se aşteaptă accidentul şi după aceea se face reparaţia (fig. 8 *a*). Se presupune că după reparaţie $F(t) = I$, fiabilitatea este readusă la valoarea iniţială (I) şi curba $F(t)$ variază în funcţie de calitatea acestora.

2. Întreţinerile se fac sistematic, la perioade egale, fiabilitatea variind în acest caz de la o perioadă la alta (fig. 8 *b*).

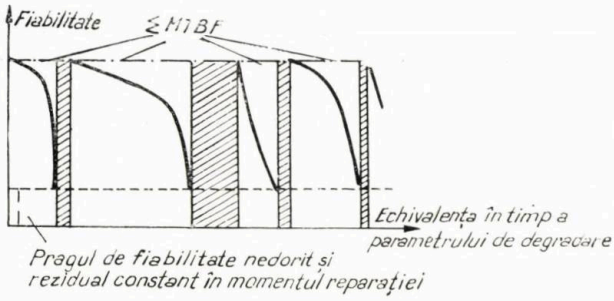
3. Întreținerile preventive se fac după un diagnostic. Se revizuiește echipamentul după ce s-a evaluat probabilitatea sa de comportare și după ce, în mod empiric sau matematic s-a fixat o fiabilitate nedorită (fig. 8*c*).



a.



b.



c.

Fig. 8. Variația fiabilității în funcție de natura reparațiilor: *a.* $F(t) = 0$; *b.* $F(t) \neq 0$; *c.* $F(t) = K \neq 0$.

Graficele de mai sus arată cele trei politici de întreținere posibile într-o întreprindere determinată, pentru un echipament bine definit și într-o funcție precisă.

Nici una dintre cele trei politici nu este riguros aplicabilă pentru toate echipamentele sau materialele identice.

Dacă, de exemplu, pierderile antrenate de o defectare nu au nimic comun cu costul de întreținere, numai al treilea caz va contribui la atingerea unui optim teoretic, în funcție de pragul de fiabilitate nedorită care va fi fixată ca reper. De acest prag vor depinde costul de întreținere și durata de funcționare, deci timpul de imobilizare care interesează exploatarea. Acest prag va depinde, de asemenea, de alura lui $F(t)$.

Dacă pierderile antrenate de opriri sînt nule în raport cu costurile de întreținere, primul caz pare mai indicat. Totuși nu trebuie să se uite că costul reparațiilor poate să devină exorbitant dacă se așteaptă uzura totală a mașinii pentru a o repara (pragul nul = cazul 1).

În cazul 2, pragul nu este variabil decît dacă alura curbei $F(t)$ variază în funcție de revizii.

Graficul subliniază că faptul de a se baza pe perioade identice (întreținere preventivă sistematică) scutește exploatarea de griji, dar mărește costul reparațiilor.

Se poate trasa curba $F(t)$ rezidual, în funcție de timpul de imobilizare, sau $F(t)$ rezidual, în funcție de costul reparațiilor, și se determină empiric politica optimă de adoptat într-un caz precis.

În concluzie se poate spune că:

— fiabilitatea este un concept care răspunde perfect problemelor puse de dezvoltarea industrială;

— ea este impusă de competiția economică prin faptul că ia în considerare perfecționările tehnice și tehnologice;

— este în continuă evoluție, ca un imperativ al exploziei tehnice cunoscute;

— este singurul instrument modern care ne ajută să determinăm esențialul și cauzele care le antrenează:

— este un instrument eficace pentru conducătorii de întreprinderi interesați să obțină optimul, să rezolve probleme aparent paradoxale ca complexitatea, automatizarea și simplicitatea prin securitate.

Unul dintre meritele mari ale acestei caracteristici a echipamentului este aceea că leagă viața acestuia de ceea ce s-a petrecut înainte de construcția lui: ajută munca de concepție și de construcție, conducînd la o standardizare sistematică, căreia îi corespunde fabricarea în serie și permite să se expliciteze un număr oarecare de concepții rămase neconcludente asupra securității, a garanției, a întreținerii echipamentelor etc.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * Introduction a la fiabilité. În: Bull. AFCIQ, ian. 1967.
2. Deschamps, R. Gestion et fiabilité. În: Gestion, nr. 9/1966.
3. Eldin, J. L'évaluation de la fiabilité comme instrument de gestion. În: Bull. AFCIQ, dec. 1965.
4. Contensov, J. N. și Picot, Y. Sistems: sureté de fonctionnement et sécurité. În: Revue française d'Informatique et de recherche operationnelle, nr. 9 B_1, 1968.

Unele probleme privind utilizarea „cotei pentru descoperirea rezervelor" şi a altor surse proprii ca mijloace de finanţare a investiţiilor în industria extractivă a petrolului

E. Negrea şi
P. Constantinescu

Congresul al X-lea al P.C.R. a acordat o importanţă deosebită dezvoltării şi lărgirii bazei interne de materii prime a ţării.

În acest context industria petrolului şi a gazelor naturale ocupă un loc hotărîtor în dezvoltarea economică a ţării pentru edificarea construirii socialismului.

Pentru descoperirea de noi substanţe utile şi, în special, pentru descoperirea de noi zăcăminte de petrol şi gaze naturale, Directivele celui de al X-lea Congres al P.C.R. prevăd alocarea de fonduri de investiţii importante pentru perioada 1971—1975. În această perioadă cercetările geologice vor trebui să asigure un grad ridicat de cunoaştere a zăcămintelor noi şi a zonelor de perspectivă, vor trebui să ducă la identificarea unor rezerve industriale sporite de ţiţei şi gaze şi de alte substanţe utile care să permită creşterea extracţiei şi satisfacerea cît mai completă a nevoilor economiei naţionale.

Creşterea an de an şi mai ales de la o perioadă la alta a ponderii investiţiilor alocate pentru industria de petrol şi gaze naturale, obligă cadrele de conducere, pe toţi specialiştii din industria de petrol şi, mai ales, pe toţi economiştii, să asigure utilizarea cît mai raţională şi eficientă a acestor fonduri. Este necesar ca punerea în evidenţă de noi rezerve să se realizeze cu cheltuieli cît mai mici, să se utilizeze cît mai judicios fondurile, să se intensifice preocupările pentru economisirea mijloacelor materiale şi financiare alocate, asigurîndu-se o mai bună coordonare a activităţii geologice la nivelul economiei.

În final, fondurile de investiţii cheltuite pentru prospectarea şi explorarea suprafeţelor noi de pe teritoriul ţării noastre, trebuie să ducă la creşterea continuă a rezervelor de petrol şi gaze prin descoperirea de noi zăcăminte cu acumulări industriale de hidrocarburi.

Eficienţa cheltuirii acestor fonduri se exprimă, de obicei, prin volumul cheltuielilor efectuate pe o anumită perioadă — de exemplu un an — pentru descoperirea unei tone de petrol. Dar această eficienţă mai trebuie urmărită şi prin returnarea într-un timp cît mai scurt a fondurilor de investiţii.

În prezent, în industria de petrol şi gaze naturale, recuperarea cheltuielilor făcute cu descoperirea de noi rezerve are loc prin stabilirea anuală a unei cote medii fixe care se include în mod egal în preţul de cost al tonei de ţiţei extras de pe toate zăcămintele de petrol vechi şi noi din Republica Socialistă România, pe toată perioada exploatării lor, indiferent de nivelul real al cheltuielilor făcute pentru descoperirea de noi rezerve pe fiecare zăcămînt în parte. Aceasta reprezintă în medie o pondere de circa 22% din totalul cheltuielilor de extracţie pe tona de ţiţei.

„Cota pentru descoperirea de rezerve" constituie în extracţia ţiţeiului o sursă importantă de finanţare a investiţiilor efectuate cu punerea în evidenţă a rezervelor de petrol şi gaze.

Această cotă exprimată în lei/t reprezintă cheltuielile efectuate cu prospecţiunile, cu forajul de referinţă şi structural ca şi cu forajul de exploatare fără rezultat, lucrări cu caracter geologic care nu se materializează în mijloace fixe şi ca atare trebuie să fie recuperate din procesul de extracţie prin procesul amortizării, prin includerea în preţul de cost al tonei de ţiţei extras.

În cazul că sondele de explorare şi de exploatare intră în producţie, adică dau rezultate, ele sînt încadrate ca mijloace fixe productive şi, ca atare, se materializează în preţul de cost sub formă de amortizare.

Fondul acumulat pentru descoperirea rezervelor se calculează anual pe întreaga ramură extractivă şi se foloseşte în acelaşi scop pentru care s-a format, confirmînd astfel accentul deosebit care a fost pus în anii construcţiei socialiste, în vederea măririi rezervelor industriale de ţiţei, condiţie de prim ordin a unei reproducţii lărgite în extracţia ţiţeiului.

Pentru descoperirea rezervelor de ţiţei fondurile de investiţii au crescut în prezent faţă de anul 1951, de peste două ori. Rezervele de ţiţei descoperite au crescut în ultimii ani, într-o proporţie mai mare decît creşterea producţiei de ţiţei, ceea ce arată că s-a realizat o eficienţă economică sporită a fondurilor cheltuite, precum şi o exploatare raţională, în sensul că factorul de consum al rezervelor s-a măsurat de la o perioadă la alta.

Creşterea cheltuielilor cu descoperirea rezervelor, după cum s-a arătat, se datoreşte grijii partidului şi statului nostru de valorificare a

resurselor naturale ale țării, ceea ce impune folosirea unui sistem științific de calcul și de recuperare a acestora din prețul de cost.

Pentru a se cunoaște ce cheltuieli se pot recupera cu descoperirea rezervelor în decursul unui anumit zăcămînt (C_d) se poate aplica următoarea relație * :

$$C_d = I_e \cdot \frac{C_{ri}}{C_{rg}} \cdot C'_{rg}$$

în care :

I_e reprezintă indicatorul mediu al cheltuielilor întregului complex de lucrări geologice pentru creșterea cu o tonă a rezervelor industriale ;

C_{ri} — volumul de rezerve industriale descoperite pe industria extractivă într-o etapă dată ;

C_{rg} — rezerve geologice ;

C'_{rg} — volumul inițial de rezerve geologice de țiței din zăcămînt luat în considerare.

Față de trecut, cînd investițiile efectuate cu descoperirea rezervelor sau a forajului de exploatare fără rezultat nu se recuperau prin prețul de cost în totalitatea lor, ci numai o parte din aceste cheltuieli, restul acoperindu-se de la bugetul statului, în prezent sistemul de recuperare a acestor investiții include în întregime aceste cheltuieli în prețul de cost al țițeiului. Acest sistem, după cum s-a confirmat ani de-a rîndul, corespunde mai bine cerințelor legii valorii, care cere ca toate cheltuielile de producție să fie recuperate prin prețul de cost. În industria extractivă de țiței, ca și în alte ramuri ale economiei naționale, ale căror produse fac obiectul comerțului exterior, se cere cunoașterea prețului de cost cît mai aproape de realitate, ceea ce impune să cunoaștem întocmai cheltuielile socialmente necesare obținerii producției și cele ce se fac cu dezvoltarea industriei extractive de țiței din țara noastră.

Avînd în vedere importanța acestui articol de calculație în prețul de cost al tonei de țiței, considerăm că în această privință mai sînt unele probleme de rezolvat, pentru a găsi soluția optimă din punct de vedere economic.

Astfel, ținînd seama de natura acestor cheltuieli și că investițiile efectuate, datorită condițiilor specifice naturale, nu se pot materializa întotdeauna în mijloace fixe productive (ca în cazul sondelor de țiței) se impune cu necesitate recuperarea cheltuielilor efectuate cu descoperirea rezervelor de la un anumit zăcămînt (C_d) pe baza unui sistem asemănător cu cel propus la amortizarea sondelor productive, adică pe timp de 10 ani (limita de funcționare a unei sonde) după o scară neuniformă, descrescînd în cote regresive, în raport cu producția de țiței și gaze extrasă [1]. În felul acesta ar urma ca aceste cheltuieli să se raporteze la rezerva recuperabilă avută în vedere în proiectele de exploatare prin introducerea în prețul de cost atît la țiței, cît și la gaze. După metodologia actuală, cota fixă/t pentru descoperirea de rezerve calculată în medie pe ramură se include numai în prețul de cost al tonei de țiței nu și la gaze, lucru nenormal din punct de vedere economic, deoarece aceste investiții cu descoperirea rezervelor și a forajului steril se fac pentru toate produsele petroliere atît pentru țiței, cît și pentru gaze. În majoritatea întreprinderilor de extracție este cerută prin plan o mare cantitate de gaze de sondă, ceea ce impune un echilibru în ceea ce privește repartizarea cheltuielilor efectuate cu exploatarea zăcămintelor atît pentru țiței, cît și pentru gaze, ca produse principale.

În felul acesta s-ar înlătura o serie de neajunsuri care se semnalează în prezent, în sensul că fiind o cotă fixă, atît la începutul exploatării unui zăcămînt, cînd producția de țiței este maximă, sau aproape maximă, cît și la atingerea debitului limită economică, care judecat după prețul de cost, care cuprinde și cota fixă/t țiței zăcămîntul respectiv nu mai este rentabil să fie exploatat, deoarece cheltuielile curente de exploatare sînt mari. După sistemul propus, cota pentru descoperirea de rezerve inclusă în prețul de cost atît la țiței, cît și la gaze s-ar micșora și totodată nu ar mai continua să fie un element de cheltuială după 10 ani de funcționare a sondelor, sau la zăcămintele vechi care continuă exploatarea și după 10 ani și astfel amortizînd numai sondele respective, prețul de cost va fi redus și, ca atare, debitul limită economică, stabilit după prețul de cost al tonei de țiței, va fi mai rațional.

De asemenea, procedeele tehnice și tehnologice care se pot aplica în faza finală a exploatării zăcămintelor, vor fi mai bine apreciate sub aspectul eficienței, deoarece prețul de cost al tonei de țiței nu va mai include investițiile cu descoperirea rezervelor și, ca atare, prețul de cost nu ar mai avea o tendință continuă de creștere, pe măsură ce exploatarea zăcămintelor înaintează spre recuperarea finală, ceea ce va crea condiții de stimulare în aplicarea procedeelor și sistemelor care pot asigura factori mari de recuperare, corespunzînd unei eficiențe economice ridicate. Această eficiență va fi influențată numai în cazul cînd cheltuielile cu descoperirea rezervelor se majorează datorită extinderii forajului de cercetare geologică pe zăcămîntul respectiv.

În cota pentru descoperiri de rezerve se mai includ și investițiile efectuate cu sondele care nu dau rezultat sau sînt abandonate. De fapt,

* Unele probleme economice ale industriei extractive de țiței și gaze, partea a II-a, 1966. Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere.

aceste fonduri de investiţii cheltuite constituie în fond o muncă încorporată atît vie, cît şi materializată, fără nici o eficienţă economică, ceea ce reprezintă pe ansamblul economiei naţionale un consum de venit naţional în mod indirect, cu toate că din punct de vedere economic aceste cheltuieli se recuperează prin includerea lor în preţul de cost al tonei de ţiţei. O parte din aceste cheltuieli sînt justificate ca urmare a condiţiilor specifice naturale în care îşi desfăşoară activitatea industria extractivă de ţiţei, însă există posibilitatea ca cea mai mare parte a acestor cheltuieli să fie cel puţin micşorate printr-o serie de măsuri tehnico-economice, ca :

— intensificarea pregătirii tehnico-ştiinţifice şi tehnolgice a întregului personal ce lucrează în această ramură : muncitori, tehnicieni, ingineri, geologi, în vederea orientării lucrărilor şi detectării cu uşurinţă a zăcămintelor, folosind totodată atît experienţa internă, cît şi cea mondială, în domeniul existenţei hidrocarburilor;

— introducerea pe o scară largă a aparatelor ştiinţifice automatizate, care să redea cu cea mai mare exactitate date despre prezenţa hidrocarburilor, adîncimea la care se găsesc, comportarea şi caracteristicile zăcămintelor;

— găsirea celor mai potrivite amplasamente ale locaţiilor de foraj în aşa fel ca să evite sondele sterile şi degradarea zăcămîntului sau aşteptări de ani pentru a fi pregătit zăcămîntul respectiv să fie exploatat din punct de vedere tehnic şi tehnologic;

— de asemenea, perfecţionarea activităţii de organizare, de muncă şi de conducere a şantierelor de extracţie va contribui în mare măsură la micşorarea acestor cheltuieli etc.

Aşa cum s-a arătat, întreprinderile extractive de ţiţei suportă în preţul de cost al tonei de ţiţei o cotă fixă stabilită la nivelul central, destinată descoperirii rezervelor de hidrocarburi, obligatorie pentru toate unităţile de extracţie, indiferent de volumul investiţiilor, efectuate cu descoperirea rezervelor sau a forajului steril din regiunea petroliferă pe care o tutelează.

Plecînd de la stadiul de dezvoltare a economiei ţării noastre în etapa actuală care pune un accent deosebit pe îmbunătăţirea conducerii şi planificării economiei naţionale, pe întărirea principiilor gestiunii economice proprii în fiecare întreprindere şi organizaţie economică, se impune cu necesitate evidenţierea efortului financiar al statului şi recuperarea fondurilor de investiţii pe fiecare întreprindere de extracţie a ţiţeiului. În acest sens, se impune necesitatea calculării şi recuperării cheltuielilor cu descoperirea *rezervelor de ţiţei şi gaze pe fiecare unitate hidrodinamică, în acest fel cota fixă/t ţiţei pentru descoperirea rezervelor, conform metodologiei actuale inclusă în preţul de cost, să nu mai fie unică, obligatorie pentru toate întreprinderile extractive de ţiţei din ţară, ci această cotă să fie prinsă în preţul de cost în mod diferenţiat pe structuri sau unităţi hidrodinamice care necesită astfel de cheltuieli.*

Acest sistem propus, va obliga întreprinderile extractive să evidenţieze şi să recupereze cheltuielile cu investiţiile făcute de comitetul geologic pentru descoperirea hidrocarburilor de ţiţei şi gaze, cît şi forajul steril (neproductiv) din regiunea petrolieră pe care o administrează şi o conduce, apreciind activitatea acestora mai bine din punctul de vedere al eficienţei economice al exploatării unui zăcămînt dintr-o anumită regiune petroliferă a ţării.

Propunerea făcută, se mai întemeiază şi pe faptul că suportarea cotei pentru descoperiri de rezerve în prezent, de către toate întreprinderile de extracţie, nu este echitabilă, datorită faptului că unele întreprinderi de extracţie şi-au terminat de mult forajul de explorare şi de exploatare, continuînd extracţia din sondele vechi şi cele reactivate, altele îşi continuă forajul de cercetare pentru descoperirea ţiţeiului şi gazelor, în care caz numai unele dau rezultate şi se materializează în mijloace fixe. Deci, nu este just ca întreprinderea care a terminat cercetările, adică rezervele în zăcămînt au fost capturate, iar principalele rezerve au fost extrase, să mai suporte în preţul de cost şi cote pentru descoperiri de rezerve. Exploatarea zăcămintelor vechi, înregistrează şi fără cote fixe/t pentru descoperiri de rezerve, un preţ de cost mult mai ridicat decît în regiunile noi petrolifere, datorită cheltuielilor mari de exploatare ce se fac pentru menţinerea presiunii de zăcămînt şi a sistemelor de exploatare, precum şi datorită epuizării zăcămîntului şi a producţiei de ţiţei mai scăzută care se obţine.

Incluzîndu-se în continuare în preţul de cost al ţiţeiului cota medie pentru descoperiri de rezerve, în toate regiunile petroliere ale ţării, indiferent de volumul investiţiilor care se fac pentru descoperiri de rezerve în zona respectivă, înseamnă încărcarea preţului de cost al tonei de ţiţei dintr-o regiune sau alta fără ca ele să corespundă realităţii, îngreuind măsurarea eforturilor făcute de întreprinderi de a obţine un preţ de cost cît mai scăzut, o rentabilitate cît mai bună, o eficienţă maximă a investiţiilor. Datorită introducerii în preţul de cost la toate întreprinderile de extracţie a cotei fixe/t de ţiţei, centralele şi grupurile economice sînt nenvoite să schimbe preţul de vînzare al ţiţeiului de la o întreprindere la alta, printr-o serie de artificii de calcul, numai ca întreprinderile respective să nu prezinte diferenţe mari faţă de altele în ceea ce priveşte rezultatele financiare. Acest mecanism nu corespunde cerinţelor legilor economice ale socialismului, a legii valorii şi nici principiilor gestiunii economice proprii.

Sistemul propus ca cheltuielile cu investiţiile nematerializate în mijloace fixe să fie urmărite şi suportate de fiecare întreprindere de extracţie proporţional cu volumul lor, va contribui la îmbunătăţirea activităţii acestora, se va întări autonomia şi răspunderea proprie, ceea ce va fi un stimulent în îndeplinirea planului de producţie atît la ţiţei, cît şi la gaze, se va realiza un preţ de cost competitiv în relaţiile comerciale externe.

O problemă care s-ar mai putea ridica, după părerea noastră în legătură cu cota pentru descoperirea rezervelor, ar consta în aceea că investiţiile care se fac cu identificarea şi punerea în evidenţă a rezervelor de hidrocarburi şi a altor substanţe utile naturale, să fie finanţate de la bugetul statului şi numai forajul steril, sonde abandonate etc., legate de activitatea întreprinderilor extractive de ţiţei să fie suportate prin „cota pentru descoperiri de rezerve", deşi, în prezent lucrările geologice se finanţează atît din fondurile de investiţii prevăzute în planul de investiţii, cît şi prin alocaţii de la buget, fără să se facă o delimitare precisă între aceste două categorii de cheltuieli.

Fundamentarea evidenţierii separate a acestor cheltuieli, precum şi recuperarea lor diferită derivă de la faptul că operaţiunile de cercetare geologică a teritoriului patriei noastre se referă atît la descoperirea de substanţe minerale utile solide, cît şi de hidrocarburi, ca : ţiţei, gaze, sare, minereuri, cărbune etc. Fondurile de investiţii cheltuite în acest sens pot fi repartizate în mod egal la beneficiarii extracţiei a acelor resurse naturale, deoarece nu se pot delimita practic aceste cheltuieli. Chiar în cadrul industriei extractive de ţiţei o repartizare echitabilă între întreprinderile extractive, a fondurilor cheltuite cu descoperirea rezervelor nu ar putea avea loc, deoarece în unele zone se fac cheltuieli mai mari pentru găsirea şi delimitarea zăcămintelor la adîncimi mari, decît în alte zone care prin cercetări la 700—1 000 m se identifică rezerve de ţiţei şi gaze, cu cheltuieli cît mai mici. În condiţiile întăririi gestiunii economice proprii şi în extracţia ţiţeiului se impune ţinerea evidenţei cheltuielilor cu descoperirea zonelor de către fiecare întreprindere deoarece nu este logic ca la unele întreprinderi de extracţie, unde cheltuielile cu descoperirea rezervelor au fost reduse, să recupereze o cotă mai mare din aceste cheltuieli.

La sfîrşit, degrevarea preţului de cost al ţiţeiului de o parte din recuperarea investiţiilor cu descoperirea rezervelor care ar urma să fie finanţate de la buget, va mări corespunzător beneficiul întreprinderilor extractive de ţiţei şi, implicit, proporţia beneficiului ce se va repartiza bugetului statului.

Datorită particularităţilor procesului natural de extracţie a ţiţeiului, îmbunătăţirile aduse pe linia constituirii rezervelor de finanţare a investiţiilor va contribui mai mult ca în prezent la urmărirea şi creşterea eficienţei economice a activităţii de extracţie a hidrocarburilor din ţara noastră.

În afara amortizării şi „cotei pentru descoperirea rezervelor" ca principalele surse de finanţare a investiţiilor în extracţia ţiţeiului, se mai folosesc o serie de surse proprii ale fiecărei întreprinderi de extracţie, ca : sumele din lichidarea mijloacelor fixe care au crescut în ultima vreme ca urmare a casării unui volum mai mare de mijloace fixe, în urma acţiunii de creştere a eficienţei economice în întreprinderile de extracţie a ţiţeiului ; sumele obţinute din valorificarea producţiei de ţiţei şi gaze utilizabile, obţinute concomitent cu procesul de construcţie a sondelor, mai înainte ca sondele să fie recepţionate şi predate întreprinderilor de extracţie (sumele obţinute din vînzarea ţiţeiului, din probele de producţie), ca şi mobilizarea resurselor interne. În vederea completării surselor proprii de finanţare a investiţiilor în extracţia ţiţeiului, Banca de Investiţii acordă credite pe termen lung pentru utilaj care necesită montaj, iar în viitor şi pentru o serie de obiective înscrise în listele de acţiuni din planul de finanţare şi creditare al investiţiilor rambursabile din beneficiu sau amortizări.

Datorită importanţei mai reduse în prezent a acestor surse în finanţarea investiţiilor în această ramură a economiei naţionale, autorii lucrării nu şi-au propus dezvoltarea acestor probleme.

Privite în ansamblu, ca un întreg, totalitatea surselor proprii ce sînt folosite pînă în prezent în finanţarea investiţiilor în industria extractivă de ţiţei a ţării noastre au contribuit la realizarea politicii în domeniul investiţiilor a partidului şi statului nostru, de dezvoltare a bazei de materii prime necesare industriei şi altor ramuri ale economiei naţionale.

BIBLIOGRAFIE

1. Negrea. E. În: Viaţa Economică, nr. 1, 1970.

Exportul de produse petroliere şi indicatorii rentabilităţii acestuia

A. Brădescu

1. Exportul de produse petroliere al României

Progresul economic continuu al României, o dată cu dezvoltarea sa multilaterală, a determinat după cel de-al doilea război mondial diversificarea producţiei şi o creştere importantă a activităţii economice externe. Acest fapt a avut drept urmare dezvoltarea volumului total al comerţului exterior, în perioada 1951—1967 de circa şapte ori.

Industrializarea socialistă a fost factorul principal care a determinat nu numai sporirea simţitoare a volumului comerţului exterior, dar şi modificări importante în structura acestuia, astfel încît ponderea mărfurilor furnizate pentru export de industrie a reprezentat ca valoare în anul 1967 circa 80% din totalul exportului faţă de numai 40% în 1937. Această proporţie pentru anul 1937 corespunde, în cea mai mare parte, exportului de produse petroliere.

În cadrul economiei naţionale, industria de prelucrare a ţiţeiului a constituit şi este un furnizor important de produse petroliere pentru comerţul extern al ţării.

Producţia petrolieră s-a diversificat permanent, iar calitatea produselor obţinute s-a îmbunătăţit continuu, datorită introducerii noilor tehnologii moderne de fabricaţie în profilul rafinăriilor noastre.

Cantităţile totale de produse petroliere exportate şi proporţia faţă de ţiţeiul extras sînt arătate în tabela 1.

Astfel, livrările la export a principalelor produse petroliere au reprezentat după anul 1960 între 42 şi 53%, faţă de ţiţeiul extras.

Din structura valorică a întregului export rezultă, de asemenea, că produsele petroliere participă cu o pondere importantă la exportul total al ţării, ceea ce se poate vedea în tabela 2.

Se poate afirma că, faţă de cantităţile anuale, aproape constante, de produse petroliere livrate la export, valoarea acestor produse a avut la început o creştere, iar apoi a descrescut continuu, ca urmare a modificării structurii producţiei exportate.

Din punct de vedere valoric, ponderea faţă de exportul total scade permanent, datorită creşterii, în general, a volumului celorlalte produse industriale exportate.

Aportul de valută al livrărilor de produse petroliere constituie un element însemnat în bilanţul activităţii comerţului nostru extern. Datorită rezultatelor pozitive obţinute pînă în prezent prin livrarea de produse petroliere la export, este indicat să se analizeze posibilitatea menţinerii acestui export şi în condiţiile prelucrării de ţiţei importat. În acest caz, exportul produselor petroliere va constitui o operaţie

TABELA 1

Produse petroliere exportate

	U/M	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Produse exportate	mii, t/an	5 983,1	6 155,6	5 944,3	5 920,9	6 271,9	5 813,2	5 768,8	5 553,2
Proporţia faţă de ţiţeiul extras	%	52,02	53,1	50,1	48,4	50,6	46,2	45,0	42,00

TABELA 2

Valoarea producţiei petroliere exportate

	U/M	1950	1955	1960	1965	1966	1967
Valoarea întregului export	mil. lei, valută	1 274,2	2 530,2	4 302,2	6 609,2	7 116,9	8 372,1
din care :							
Valoarea produselor petroliere exportate	mil. lei, valută	383,4	911,8	1 045,4	834,8	731,3	739,9
Ponderea asupra total export	%	30,1	36,0	24,3	12,6	10,3	8,8

rentabilă, numai în funcție de posibilitatea achiziționării materiei prime în condiții avantajoase.

Numai prelucrarea țițeiului din țară și exportul a circa jumătate din producția obținută în perioada 1960—1967 a dus la un important aport valutar pe tona exportată.

În cazul importului de țiței, valuta obținută pe producția exportată se micșorează cu cheltuielile de valută pentru materia primă.

Diferența rămasă, corespunzătoare muncii sociale cheltuite în țară la obținerea producției petrolifere exportate, și mărimea acesteia reflectă eficacitatea economică a exportului efectuat.

2. Indicatorii rentabilității exportului

În condițiile menținerii unui volum anual important al exportului de produse petroliere, se impun cunoașterea și măsurarea eficienței acestui export, care, în esență, constă în obținerea de rezultate maxime, cu cheltuieli minime, într-un timp cît mai scurt.

Urmărirea modului în care se desfășoară, precum și rezultatelor economice care se pot obține de pe urma comerțului extern se face cu ajutorul unui sistem de indicatori.

În general, eficacitatea economică a comerțului exterior prezintă aspecte variate și complexe. Datorită acestui fapt ea nu poate fi determinată cu ajutorul unui singur indicator. Astfel, este necesar ca eficacitatea comerțului exterior să se determine cu ajutorul indicatorilor de rentabilitate a exportului, bazați pe luarea în considerare a disponibilităților la export, a condițiilor de producție și de schimb existente, precum și a indicatorilor care reflectă eficiența investițiilor pentru producția destinată exportului. Aceste două grupe de indicatori sînt condiționate de factori interni, reprezentanți prin cheltuielile curente de producție, precum și de factori externi, legați de posibilitățile de plasare a producției pe piața externă în condiții cît mai avantajoase.

În expunerea de față se vor discuta numai indicatorii care determină rentabilitatea exportului, prin intermediul celor ce se utilizează în practica comerțului nostru exterior. Se ține seama în același timp de particularitățile producției petroliere, a ponderii acesteia în relațiile de schimb internațional. Acești indicatori fac abstracție de investițiile legate de comerțul exterior, fiind practic ușor de calculat și dau posibilitatea stabilirii celor mai eficace măsuri în vederea îmbunătățirii operațiunilor de schimb.

În general, indicatorii rentabilității la export se exprimă prin raportul dintre sumele cheltuite cu producția și livrarea produselor și valuta corespunzătoare obținută. Semnificația economică a acestui raport este de a cunoaște modul în care s-a valorificat pe piața externă munca socială din țară, cheltuită pentru producția exportată, precum și gradul de înzestrare și productivitatea industriei noastre, în comparație cu industriile similare din alte țări.

De asemenea, trebuie menționat faptul că indicatorii rentabilității exportului prezintă, la nivelul economiei naționale, rezultatele economice-financiare obținute la efectuarea exportului de către ramura respectivă.

Calculul indicatorilor corespunzători exportului de produse petroliere își are particularitățile sale, legate de specificul de producție al acestei industrii.

În continuare se dau principalii indicatori ai rentabilității exportului, arătîndu-se semnificația economică a acestora și posibilitățile de aplicare la specificul de producție al industriei de prelucrare a petrolului.

Indicatorul care corespunde raportului dintre cheltuielile totale făcute în țară, la fabricarea producției petroliere care se exportă, și cantitatea de valută ce se obține pe piața mondială este dat de expresia:

$$E\,ex. = \frac{P_i + C_g}{V_g}, \qquad (1)$$

în care:

$E\,ex.$ este indicatorul rentabilității exportului;

P_i — costul producției în prețuri cu ridicata a întreprinderii (valoarea), pentru producția care se exportă, lei;

C_g — cheltuieli pînă la graniță, lei;

V_g — valoarea producției petroliere care se exportă, lei valută.

Acest indicator este cu atît mai avantajos cu cît sînt mai mici cheltuielile de muncă socială făcute la obținerea producției ce se exportă, la care se adaugă cele pînă la graniță, și cu cît este mai mare cantitatea de valută obținută pe producția exportată. Funcția economică a acestui indicator este de a se stabili care sînt cheltuielile totale făcute pentru obținerea unui leu valută la export. Acest indicator poate fi calculat în cazul exportului de produse petroliere, fie pentru fiecare produs în parte, fie pe întregul export efectuat, deoarece costul în prețuri cu ridicata de întreprindere este stabilit pe produs și prin însumare pentru întreaga cantitate exportată.

În cazul producției petroliere, costul în prețuri cu ridicata de întreprindere înglobează o cantitate mai mică sau mai mare de venit net, în funcție de rafinăria care livrează marfa.

Pe de altă parte, țițeiul și produsele semifabricate transferate între rafinării pentru prelucrare includ în costul lor acumulări sau dotații astfel încît costul producției petroliere în prețuri cu ridicata de întreprindere nu reprezintă efectiv numai cheltuielile cu muncă socială.

Cheltuielile pînă la graniță includ, de asemenea, acumulări ale organizațiilor de transport și de comerț exterior.

În acest caz, indicatorul rentabilității exportului, calculat cu expresia specificată anterior, nu va reflecta efortul de muncă socială făcut pentru obținerea unui leu valută și, cu cît acumulările realizate la un produs vor fi mai mari, cu atît sensul real al acestui indicator va fi denaturat, ducînd la aprecierea eronată a eficacității exportului.

Indicatorul prevăzut de legislația actuală și denumit *„cursul de revenire brut în raport cu costul de uzină"* este similar ca semnificație cu indicatorul rentabilității exportului în discuție, amîndoi indicatorii avînd același conținut în cazul aplicării lor la stabilirea eficacității exportului în industria de prelucrare a petrolului.

Prin înlocuirea în relația (1) a costului producției în prețuri cu ridicata de întreprindere (P_i), cu costul de producție efectiv (P_e) nu se rezolvă integral problema. Se elimină doar acumulările la nivelul rafinăriei, rămînînd nerezolvate acumulările sau eventualele dotății din prețul țițeiului, a transferurilor dintre rafinării, din alte materii prime și a cheltuielilor pînă la graniță. În acest caz, relația (1) modificată este :

$$E\ ex. = \frac{P_e + C_g}{V_g} \qquad (2)$$

Nici în acest caz numărătorul nu reprezintă efectiv numai cheltuieli de muncă socială. Prin înlocuirea prețului cu ridicata de întreprindere cu prețul de cost realizat la producția care exportă, acumulările se elimină numai din stadiul de producție din rafinării și nu și din prețul materiilor prime și al cheltuielilor făcute cu producția exportată pînă la graniță. De asemenea, este necesar să se arăte aspectul legat de faptul că produse cu aceleași caracteristici calitative, fabricate în diverse rafinării, au prețuri de cost diferite, ceea ce complică calculul rentabilității exportului. În acest caz calculul va indica ca mai avantajoasă livrarea la export a produselor din rafinăriile unde se realizează un preț de cost mai scăzut.

În industria de prelucrare a petrolului, folosirea, printre alți indicatori, și a expresiilor (1) și (2) la determinarea rentabilității exportului nu se înscrie corect în semnificația teoretică și în scopul urmărit — stabilirea cheltuielilor de muncă națională efectivă pentru obținerea unui leu valută corespunzător producției petrolifere exportate.

De asemenea, relațiile (1) și (2) folosite la specificul industriei de prelucrare a petrolului, reflectă numai parțial consumul de muncă socială din țară pentru obținerea unui leu valută la export. Munca socială din exterior fiind materializată prin chimicalele și catalizatorii importați, necesari pentru fabricarea unor produse petroliere obținute în prezent în rafinăriile noastre.

Denaturările arătate în privința semnificației economice reale a relațiilor specificate fac ca aceste formule, ca factor informațional, să nu aibă o valoare absolută. Acest aspect devine mai evident în cazul importului de țiței, deoarece în acest caz costul de producție reprezintă parțial cheltuieli de muncă socială din țară, fiind alterat într-o proporție însemnată de cheltuielile cu materia primă provenită din import. De asemenea, nici producția nu conține numai muncă socială națională, datorită participării și a costului țițeiului importat, la stabilirea valorii producției care se exportă.

Legislația actuală prevede pentru stabilirea eficienței economice în relațiile de schimb internațional calcularea indicatorului „cursul de revenire brut în raport cu costul complet (comercial)", care are aceleași caracteristice de fond ca și relația (2) corespunzătoare.

O formă modificată a relației (2) se obține prin eliminarea factorilor denaturanți, adică a costului materiei prime, a chimicalelor și a catalizatorilor importați, atît din costul producției (P_e), cît și din valoarea acesteia (V_g). Astfel, în cazul importului de țiței, eliminarea costului materiei prime, a chimicalelor și a catalizatorilor din costul și din valoarea producției contribuie la stabilirea unei concordanțe cu semnificația de conținut a indicatorului rentabilității exportului. Dar în acest caz se ridică problema stabilirii costului materiei prime și al materialelor importate, prin convertirea în moneda națională, în așa fel încît să existe o echivalență perfectă cu munca socială exportată, necesară compensării importului de țiței și de materiale.

Relația modificată este următoarea:

$$E\ ex. = \frac{C_n + C_g}{V_{gn}}, \qquad (3)$$

în care :

C_n reprezintă cheltuieli nete obținute prin eliminarea valorii materiei prime, a chimicalelor și a catalizatorilor importați, lei;

V_{gn} — valoarea netă a producției exportate, din care s-au scăzut materia primă, chimicalele și catalizatorii importați, lei valută ;

C_g — cheltuieli care se fac pînă la graniță cu producția care se exportă (cheltuieli de transport, regie), lei.

Pentru efectuarea exportului în condiţii de eficienţă optimă, rapoartele (1), (2), (3) trebuie să fie subunitare sau cel mult egale cu unu.

Relaţia (3) este curăţată de factorii denaturaţi şi corespunde stabilirii pe baze reale a rentabilităţii exportului de produse petroliere, în cazul importului de ţiţei şi de alte materiale. Totuşi, stabilirea rentabilităţii exportului pe fiecare produs petrolier exportat este dificilă. Aplicarea acestei formule se limitează la cazul exportului întregii producţii a rafinăriei, provenite din prelucrarea numai a ţiţeiului importat. Aceasta este explicată de faptul că fabricarea fiecărui produs petrolier într-o prelucrare modernă este rezultatul unor transformări fizice şi chimice succesive, realizate în instalaţii diferite. Pe acest traseu produsul acumulează cheltuieli de fabricaţie din fiecare instalaţie de prelucrare. Obţinerea produsului petrolier comercial se realizează fie direct din instalaţii, fie prin amestecul a doi sau mai mulţi componenţi semifabricaţi. Faptul că producţia obţinută din ţiţei nu este omogenă calitativ, face, de asemenea, ca în valoarea fiecărui produs să nu se poată identifica precis cota corespunzătoare cu care participă materia primă în preţul de cost.

Din acest motiv, calculul rentabilităţii exportului pe fiecare produs, cu aplicarea relaţiei (3), în specificul industriei de prelucrare a petrolului, este dificilă.

În general, în industria de prelucrare a petrolului datorită unei producţii valoric neomogene, stabilirea costului fiecărui produs fabricat este complicată şi greoaie; ea se face pe baza coeficienţilor de echivalenţă şi este cu totul aproximativă.

3. Consideraţii finale

Specificul industriei de prelucrare a petrolului pune probleme dificile în determinarea rentabilităţii exportului, iar relaţiile cunoscute şi folosite în prezent dau rezultate alterate de anumite influenţe care, practic, nu pot fi eliminate. Acest fapt face să se denatureze sensul economic şi să se împiedice luarea unor decizii la compararea rezultatelor obţinute în diverse ramuri.

De asemenea, se elimină în mare parte posibilitatea de a se măsura în mod corect unele avantaje ale încadrării ţării în diviziunea internaţională a muncii şi de a se lua măsuri în vederea creşterii eficienţei relaţiilor de colaborare cu alte ţări.

Comerţul nostru extern constituie o pîrghie importantă, necesară dezvoltării economice şi sociale a ţării, contribuind la economisirea muncii sociale, fiind în acelaşi timp o sursă tot mai însemnată de sporire a acumulărilor băneşti.

În prezent, industria de prelucrare a petrolului livrează la export cantităţi importante de produse, cu un aport însemnat de valută şi o rentabilitate bună. Importul de ţiţei şi prelucrarea acestuia în vederea exportului produselor obţinute pot modifica condiţiile de rentabilitate faţă de situaţia actuală, cînd ţiţeiul provine în totalitate din ţară. În acest caz apare un element nou — volumul valutar necesar achiziţionării ţiţeiului din afară.

Pentru realizarea unei rentabilităţi corespunzătoare, se cere ca producţia petrolieră exportată să acopere totalitatea cheltuielilor valutare făcute cu achiziţionarea materiei prime şi a materialelor importate, iar diferenţa să constituie un aport valutar echivalent muncii sociale efectuată în ţară şi consumată în procesul de producţie.

În acest caz, rentabilitatea optimă a exportului de produse petroliere va fi dată de un aport net valutar cît mai mare, care să reflecte o productivitate a muncii naţionale la nivelul celei obţinute în ţările puternic industrializate.

Republica Socialistă România, fiind o ţară cu o puternică tradiţie în domeniul prelucrării ţiţeiului şi al construcţiei de instalaţii şi de rafinării de petrol, prezintă garanţia neîndoielnică pentru posibilitatea valorificării optime a muncii sociale naţionale prin exportul produselor petroliere provenite din ţiţeiul importat.

Rezultă că indicatorii rentabilităţii folosiţi în prezent trebuie adaptaţi condiţiilor actuale în care producţia petrolieră foloseşte materie primă din import.

Ca urmare, este necesară stabilirea unei metodologii de calcul a rentabilităţii exportului de produse petroliere, valabile în condiţiile prelucrării de ţiţei din import şi a exportului produselor petroliere rezultate, va trebui să aibă în vedere acest specific. De asemenea, se menţionează că factorii determinanţi, necesari asigurării unei rentabilităţi superioare sînt asigurarea unor surse sigure şi ieftine de ţiţei şi competitivitatea produselor româneşti oferite la export la cele existente pe piaţa mondială.

BIBLIOGRAFIE

1. Axeniuc, V. Schimbarea locului României în diviziunea mondială a muncii. În: Probleme economice, nr. 12, 1967.
2. Craiu, I. Aspecte valutare ale relaţiilor economice externe. În: Probleme economice, nr. 3, 1968.
3. Hănciulescu, T. Eficienţa investiţiilor cu aplicaţii în industria petrolului, Editura tehnică, Bucureşti, 1966.
4. Grigore, T., Savu, I., Băloiu, C. şi Rădulescu, C. Indicatori de determinare a rentabilităţii exportului, Biblioteca economică, nr. 4.
5. * * * Anuarul statistic pe 1967.

Cronica

Mehedinţenii şi prima noastră rafinărie de petrol

M. Apostol

Existenţa petrolului în ţara noastră pare să fie cunoscută încă din timpuri străvechi, despre "focurile nestinse" de la Lopătari-Buzău pomenindu-se încă de pe vremea romanilor, care le considerau sacre. Folosirea însă şi prelucrarea sa e mult mai tîrzie.

Printre primele informaţii asupra prelucrării petrolului în ţara noastră se numără şi cele ale celor doi călători străini care, vizitîndu-ne, menţionează, în memoriile lor de călătorie, prezenţa a două "fabrici" de gudron (petrol) la Telega, încă prin 1778. Este vorba de însemnările lui Bauer, "Memoires sur la Valachie" (1778), şi de cartea lui Sultzer, "Geschickte des transalpinischer Daciens" (1781). Desigur, în cazul de faţă nu este vorba de fabrici de prelucrare a petrolului, în adevăratul înţeles al cuvîntului, acestea vor apărea abia în a doua jumătate a secolului următor ci, probabil, de acele gropi de păcură în care se colecta ţiţeiul şi în care era lăsat pînă cînd căpăta o viscozitate mai pronunţată prin decantarea impurităţilor şi prin evaporare.

Relaţii mai preţioase dă dascălul copiilor lui Alexandru Ipsilanti, Raichevich în 1788. El arată că păcura extrasă este de două specii : neagră şi roşie şi se dobîndeşte săpînd la "puţine picioare" (mică adîncime). Adesea, arată el, se găseşte o vînă din acest bitum lichid pur, dar în mod obişnuit acesta se află amestecat cu apă. În cazul acesta produsul extras se toarnă într-un vas mare de unde se strînge cu o găleată păcura ce pluteşte deasupra. Păcura groasă obţinută astfel, menţionează Raichevich, este un fel de asfalt de uz medicinal, fiind întrebuinţat fără nici o prelucrare la maladiile vitelor. În mod obişnuit însă ea serveşte la unsul roţilor carelor şi, uneori, la iluminarea curţilor boiereşti noaptea.

Deci, în această epocă de început petrolul îşi cîştigă importanţa sa ca unguent pentru diferite răni şi, în special, ca lubrifiant, fiind folosit îndeobşte pentru unsul roţilor carelor. Ceea ce este mai important este însă faptul că încă de pe acum petrolul se utilizează la iluminare cu ajutorul masalalelor (torţe). Această întrebuinţare ia extindere după 1800, iluminatul cu petrol trecînd de la curţile boiereşti la iluminarea oraşelor, a serbărilor cîmpeneşti etc.

Aşa, bunăoară, în anul 1837 un dosar al Ocîrmuirii judeţului Săcuieni atestă "transportuirea" păcurii de la "schela" Păcureţi la Ocîrmuirea de Ialomiţa, în vederea iluminării vadului Silistra [1].

Descoperirea a tot mai multe zăcăminte petroliere şi extracţia unor cantităţi tot mai sporite de ţiţei pun problema prelucrării acestuia în vederea obţinerii unui produs superior pentru iluminat şi, mai tîrziu, ca înlocuitor al cărbunelui producător de energie motrice.

Acum este perioada apariţiei "distileriilor" lui B. Schäffer (1840) şi M. Heimsohn (1844), ambele instalate la Lucăceşti-Bacău, dar acestea nu erau decît ateliere meşteşugăreşti ce nu depăşeau pe acelea ale cooperaţiei simple, mici "găzării" ca acelea situate în Ploieşti pe Calea Oilor, în aceeaşi vreme. Utilate cu mijloace rudimentare, ele foloseau pentru rafinarea petrolului şi producerea "gazului" întrebuinţat la iluminat, o metodă asemănătoare obţinerii ţuicii în cazanele ţărăneşti. Ele au constituit o încercare nereuşită de industrializare a păcurii extrase. De aceea cercetătorii s-au oprit la rafinăria construită de Mehedinţeanu, considerînd, pe drept cuvînt, că o dată cu ea începe la noi, propiu-zis, distilarea petrolului pe cale industrială. Anul 1856 poate fi astfel considerat ca an de cotitură în istoria petrolului românesc şi chiar a celui mondial.

De le bun început trebuie spus însă că aproape toate studiile scrise pînă în prezent greşesc atunci cînd afirmă că rafinăria a fost construită de Teodor Mehedinţeanu (într-un singur caz, chiar Vasile Mehedinţeanu)]2] la Rîfov. Este destul dacă amintim lucrările mai vechi ale lui Mihail Pizanty [3], C. Osiceanu [4], Vasile Th. Cerchez [5], precum şi pe cele mai noi ale lui Gh. Ravaş [6], I. Gh. Burtoiu [7], Dinu Moroianu [8] şi multe altele.

Se pune întrebarea firească : cine este Teodor Mehedinţeanu (sau Vasile), cui aparţinea rafinăria, unde era situată şi de unde provine confuzia ? Confuzia onomastică se datorează în primul rînd faptului că niciunul dintre autorii citaţi nu-şi argumentează afirmaţiile pe documente obţinute prin folosirea directă a arhivelor, ci prin recurgerea la surse intermediare, precum şi faptului că Mehedinţenii erau trei fraţi : Marin, Teodor şi Vasile. La aceasta a mai contribuit şi faptul că unii cercetători au confundat denumirea localităţii cu cea a barierei oraşului (care de obicei poartă numele localităţii spre care se îndreaptă drumul respectiv). Dar mai bine să urmărim istoria evenimentelor.

Teodor Mehedinţeanu, fratele mai tînăr al lui Marin Mehedinţeanu, face în primăvara anului 1856 o călătorie de studii prin Germania. La Offenbach, în apropiere de Frankfurt, el găseşte la un negustor lămpi care ardeau cu ulei extras din şisturi bituminoase. Negustorul le adusese la rîndul său de la un distilator de cărbuni din Nürnberg, de la francezul Noblet. Teodor a cumpărat şi el două lămpi : una cu flacără circulară, iar alta cu flacără dreaptă.

Întors în ţară, la îndemnul profesorului Alexe Marin cercetează împreună cu farmacistul Steege ţiţeiul extras de Steride din puţurile de la Păcureţi. Într-un alambic în care Stegee prepara, în mod obişnuit, esenţe de flori, au experimentat distilarea ţiţeiului obţinînd un lichid deschis la culoare şi care, folosit în lămpile aduse din străinătate dădeau o lumină mai vie şi mai fără miros. Gazul obţinut astfel era mai avantajos şi din punct de vedere al preţului de cost.

În acelaşi an, Teodor Mehedinţeanu participă la licitaţia pentru iluminarea oraşului Bucureşti, obţinînd concesiunea cu preţul de 335 de lei de fiecare lampă pe an, pe cînd concurenţii care se foloseau de uleiul de rapiţă şi de nucă (iarna) făcuseră oferta la 600 de lei. În urma licitaţiei, sub primariatul lui Simion Marcovici, se încheie la 8 octombrie 1856 contractul iluminării primului oraş din lume, cu gaz obţinut din ţiţei, semnînd ca martori Alexandru Ghica-caimacan, Costache Ghica-vornic şi Dimitrie Ghica-agă [9], care va intra în vigoare abia la 1 aprilie 1857 [10].

După încercările de laborator, trecerea la distilarea ţiţeiului pe cale industrială aduce cu sine o serie de greutăţi în faţa întreprinzătorilor. Teodor Mehedinţeanu este nevoit să cutreiere multe oraşe din Europa pentru a discuta cu chimişti de seamă ca Payen din Paris. La Hamburg el va da peste firma Moltrecht ce construia cazane pentru distilarea şisturilor bituminoase, pe care le va adapta la rafinarea ţiţeiului[11], şi, tot aici, va întîlni pe Friedrich Tirnke, fabricant al maşinilor de lămpi.

Pe baza acestor rezultate, fratele său Marin va comanda aici utilajele necesare, astfel ca, prin decembrie 1856, să înceapă construcţia "fabricii de gaz" din Ploieşti, pe numele lui Marin Mehedinţeanu, şi care a fost pusă în funcţiune în primăvara anului 1857. Instalaţiile

rafinăriei erau destul de primitive. Aproape toate utilajele erau formate din vase cilindrice de fier sau din fontă, încălzite direct cu foc de lemne. Dimensiunile acestora nu erau prea mari, dacă ţinem seama că într-un an „fabrica" nu putea prelucra decît cel mult 36 mii oca de păcură [12]. Din cazanele de distilare, vaporii erau îndreptaţi pe serpentine de cupru sau de fontă de dimensiuni apreciabile. Rafinarea petrolului se făcea cu ajutorul leşiei, în butoaie, prin agitaţie manuală. După rafinare produsul astfel obţinut era lăsat la aer în putini special amenajate, de unde părţile uşoare se evaporau, iar gazul rămas căpăta o culoare mai deschisă, datorită acţiunii razelor solare. Dacă la toate acestea vom adăuga că alimentarea fabricii cu păcură se făcea cu căruţele cu butoaie, ne vom face o imagine apropiată de ceea ce trebuie să fi fost rafinăria lui Marin Mehedinţeanu.

Cine era însă Marin Mehedinţeanu? Într-o listă de locuitorii oraşului Ploieşti, din 1858, alegători şi cu drept de a fi aleşi, figurează şi Marin Mehedinţeanu cu menţiunea că este boier de neam (tatăl său, Mihai Mehedinţeanu, fusese logofăt) şi "comersant" pămîntean în vîrstă de 35 de ani (s-a născut, deci, prin 1823). Averea sa înregistra trei prăvălii cu casa din piaţă şi clădirea de la zalhanaua pentru fabricaţii de gaz, care valorau 7 000 de galbeni şi aducea un venit anual de 500 de galbeni. O parte din avere fusese obţinută prin căsătorie şi menţionată în foaia de zestre din 1853, neadeverită, precum şi în actul legalizat de preot la nr. 115 din 1853 [13].

Se pare că Marin Mehedinţeanu era cunoscut în oraşul său ca un susţinător al Unirii, de vreme ce deputaţii municipalităţii îl aleg în "comisia celor şase" însărcinaţi cu alcătuirea programului primirii lui Cuza în Ploieşti şi tot el este numit din partea oraşului Ploieşti în delegaţia judeţului Prahova care a mers la Bucureşti să felicite pe A. I. Cuza cu prilejul instalării [14]. De remarcat însă că cu prilejul tulburărilor provocate de patentari în 1860 în oraşul Ploieşti, aceştia devastează casele unor neguţători printre care se enumeră şi Marin Mehedinţeanu, zis Marinache [15].

Fabrica de gaz a lui Marin Mehedinţeanu era situată la marginea oraşului Ploieşti, în apropiere de actuala gară Ploieşti Sud, pe unde vine astăzi bariera Rîfov. Într-o statistică a fabricilor aflate în cuprinsul districtului Prahova în 1858, înaintată de ocîrmuire Ministerului de Finanţe cu nr. 14014 din 3 septembrie 1859, se arată clar că dintre cele două fabrici de gaz existente în oraşul Ploieşti una era a lui Marin Mehedinţeanu, că era situată „între gîrle, mahalaua Sf. Dimitrie" [16]. Îngrijitor al fabricii, un fel de intendent, era un oarecare Ioniţă Ginescu [17] om de încredere al lui Marin Mehedinţeanu.

În ianuarie 1860 Marin Mehedinţeanu încheia cu Municipalitatea oraşului Ploieşti un contract în vederea iluminării oraşului cu gaz lampant. Contractul prevedea ca iluminarea să se facă cu ajutorul a 75 de lămpi şi 270 de felinare contra sumei de 27 000 lei, în următoarele condiţii: contractantul îşi lua obligaţia ca cu ajutorul lampagiilor să aprindă lămpile şi felinarele menţionate " de la apunerea soarelui pînă la ziuă neîntrerupt", excepţie făcînd nopţile cu lună plină, cînd felinarele nu se aprindeau decît în caz de nor. Tot în sarcina sa stătea şi ştergerea felinarelor, iar în cazul cînd s-ar fi constatat că vreun felinar nu arde se prevedeau amenzi proporţionale cu recidiva [18]. Că această ultimă clauză a contractului Marin Mehedinţeanu n-o respecta cu stricteţe stă mărturie raportul prefectului Poliţiei oraşului nr. 5574 din 14 noiembrie 1860, în care se arată că în cursul lunii septembrie a găsit 80 de felinare şi lămpi stinse, iar în octombrie 1865, pentru că aveau „tinichelele pe lîngă geamuri deslipite şi desfăcute printre care suflă vîntul" [19]. În acelaşi sens este şi raportul nr. 6267 din 27 decembrie 1860, în care se arată că felinarele de la barierele oraşului nu se aprind, ceea ce dă prilej căpitanilor de barieră să se plîngă că li se "aduce mare zăticnire la revizia ce voiesc să facă trăsurilor ce vin pe nopţi întunecoase" [20]. Cu tot acest neajuns în anul următor Consiliul Municipal al oraşului Ploieşti concesionează iluminarea oraşului tot lui Marin Mehedinţeanu şi la un preţ sporit cu încă 5 ooo lei [21].

Tot în anul 1860, la 23 aprilie, Marin Mehedinţeanu ia în arendă moşia Colibaşi din districtul Dîmboviţa, care făcea parte din vatra mînăstirii Dealului. În acest sens el încheie un contract de arendare, pe trei ani, cu arhiereul Calistrat Deleanu, preţul arendei fiind fixat la 525 de galbeni anual şi o zeciuială din păcură [22].

În acelaşi an, 1860, la 20 octombrie Marin Mehedinţeanu încheie încă un contract, cu guvernul, pentru exploatarea unui loc al statului la Matiţa-Prahova şi alte moşii, pentru care se angaja să plătească dijmă din producţia de păcură extrasă [23]. Dar, deşi încă tînăr, în vara anului următor, la sfîrşitul lunei august 1861, Marin Mehedinţeanu încetase din viaţă. Socotelile prilejuite de acest eveniment dau posibilitatea să se constate că acesta păgubise statul. În urma acestor constatări Ministerul de Interne arată că inginerul de mine Carol Caracioni întocmise un regulament care însă nu putuse fi aplicat datorită marilor cheltuieli ce le-ar fi necesitat. Chestiunea fiind supusă deliberării Consiliului de Miniştri, acesta a hotărît ca contractul defunctului Marin Mehedinţeanu să fie pus în licitaţie cu arendă anuală, respectarea regulilor sistematice pentru exploatarea păcurii stabilite de Carol Caracioni şi o garanţie ipotecară echivalentă rezultatului licitaţiei. Se oferea cu acest prilej şi concesionarea izvoarelor de păcură ce s-ar putea găsi pe moşiile mînăstirilor Mărgineni-Prahova şi Govora-Vîlcea, fixîndu-se ca dată a licitaţiei ziua de 25 iulie 1863 [24]. La 25 iulie însă licitaţia este protestată de unii concurenţi în contra ofertei folosite de un altul şi ministrul de interne Odobescu este nevoit să anunţe ţinerea unei alte licitaţii la 25 august 1863 [25]. Data fixată însă cădea într-o duminică şi bănuim că licitaţia nu a mai avut loc. Mai interesant este faptul că din consultarea colecţiei jurnalului oficial rezultă că licitaţia respectivă nu s-a mai ţinut niciodată, concesiunea fiind adjudecată „din oficiu" lui Teodor Mehedinţeanu. Contractantul se obligă să plătească statului o arendă anuală de 80 000 lei, eşalonată trimestrial, şi să respecte întru totul obligaţiile ce-i reveneau din contractul înaintaşului său, pe care urma să-l perpetueze pînă la expirare, adică pînă în 1870. Printre obligaţiile contractuale se menţiona că detectarea „vinelor de păcură" urma să se facă cu un sfredel de 30 de stînjeni lungime (60 m), pentru a nu se mai face săpături costisitoare zadarnic. Şi, de asemenea, erau luate măsuri de protecţie a muncii. Astfel, la fiecare puţ concesionarul îşi lua obligaţia să aibă ventilatoare pentru preschimbarea aerului, iar înainte de intrarea lucrătorilor în puţuri să coboare o lampă de gaz pentru explozia gazelor degajate "care vatămă sănătatea lucrătorului", iar în cantităţi mari "face explozie şi rezultă moarte". Dacă pentru lucrătorii de la suprafaţă se prevăzuse un program ce putea ţine de dimineaţă pînă seara, pentru cei din adînc se stabilea o limită în raport de adîncime, de la 8 ore pînă la 4 ore [26].

În ceea ce priveşte exploatarea puţurilor de pe moşia Colibaşi, după moartea lui Marin Mehedinţeanu, aceasta este continuată de Luca Chiriachide căruia Luxiţa Mehedinţeanu soţia lui Marin, îi rearendase drepturile soţului cu un spor de 10 galbeni, după cum reiese din contractul încheiat la 26 martie 1862 [27].

Moartea lui Marin Mehedinţeanu scoate la iveală o serie de încurcături financiare pe care le avusese şi care dovedesc nerentabilitatea afacerilor întreprinse. Aşa bunăoară, un oarecare Costache Pappadopol solicită de la casa răposatului Marin Mehedinţeanu costul a patru butoaie şi a patru buţi de păcură cu o capacitate de 711 vedre, 2 oca şi 300 dramuri socotite la 2 şfanţ vadra, pe care susţine că le-a predat îngrijitorului fabricii, Ioniţă Ginescu, în timpul bolii lui Marin Mehedinţeanu, cu care convenise verbal asupra acestui fapt [28].

De încurcăturile ivite încearcă să profite şi proaspătul cumnat al lui Marin Mehedinţeanu, Stan Popescu, comisarul atît de ironizat de I. L. Caragiale mai tîrziu (sora lui Marin, Maria Mehedinţeanu se căsătorise pentru a doua oară la 26 februarie 1861) solicitînd Luxiţei Mehedinţeanu, epitroapa casei, 500 galbeni austrieci cuprinşi în actul de dotă al Mariei şi care nu fuseseră daţi la nuntă, precum şi alţi 5 600 lei, cuprinşi într-un înscris [29].

În 1867, se scoate la licitaţie un loc pe care decedatul Marin Mehedinţeanu

îl avusese chiar în centrul orașului Ploiești (str. Franceză), pentru plata a 3 401 lei, "chiria prăvăliei școlii". Tutorele casei era acum V. Mehedinţeanu [30], deoarece fosta soție a lui Marin, bănuim că se recăsătorise cu un anume C. Gingulescu [31]. Locul amintit se va vinde abia în 1870, fiind adjudecat la licitație lui Basil Mehedinţeanu, care declară însă că-l cumpără pentru Teodor Mehedinţeanu [32].

Cu acest prilej se constată că în registrul de inscripțiuni al Tribunalului Prahova se aflau puse nu mai puțin de șase sechestre asupra averii lui Marin Mehedinţeanu [33].

Am văzut cine a fost Marin Mehedinţeanu. El fusese financiarul (garantase și pentru Teodor Mehedinţeanu cu prilejul reînoirii contractului de iluminare a orașului București, cum rezultă din adresa nr. 3641 din 26 mai 1859 a Municipalității Capitalei), capitalistul care investea banii în exploatări, în fabrici pentru distilarea țițeiului extras.

Teodor Mehedinţeanu, fratele său, era însă întreprinzătorul, cercetătorul am putea spune chiar aventurierul. Am urmărit încercările sale, călătoriile. După moartea fratelui său, Teodor îl va moșteni în concesiunea exploatării păcurii de pe moșiile statului. Afacerile "aventuroase" nu-l vor părăsi însă. Prin 1868, el își va lua obligația să procure miliției pământene 5 000 de carabine ghintuite, pe care le aducea, la rîndul său, de la fabrica Providence Tood Company din America de Nord și pentru care încasa 475 000 de lei strînși prin liste de subscripție de Comitetul instituit pentru procurarea armelor de către Teodor Mehedinţeanu însuși [34]. El își vinde casele din Ploiești, str. Cicerone (fostă Mehedinţeanu) nr. 153, și două locuri de arătură din str. Zalhanaua nouă, suburbia Sf. Dumitru, pentru a locui la București în str. Lipscani nr. 1 [35]. Partea Mariei Mehedinţeanu, sora lor, din casele din str. Cicerone va fi scoasă la licitație în repetate rînduri pentru neplata ratelor de ipotecă [36].

Este însă o greșeală să credem că "fabrica de gaz" din Ploiești i-a aparținut vreodată lui Teodor, chiar și după moartea fratelui său. Edificator în această privință este și dosarul Tribunalului Prahova, prin care se recunoaște lui Mihail Kogălniceanu de a-și "exercita servitute asupra terenului unei Uzine de gaz din marginea acestui oraș", în care se află, inventarul averii mobile și imobile rămasă minorei Elena C. Gingulescu, pe urma mamei sale Lucsița Gingulescu (fosta soție a lui Marin Mehedinţeanu — n.n.) acum decedată „și în care se enumeră printre altele și "una Uzină de gaz cu tot pămîntul și edificiile ce-i aparțin, situată în marginea urbei Ploiești, sub sf. Dumitru, în indiviziune cu dl. I. M. Mehedinţeanu" [37], desigur fiul lui Marin.

Dintr-o adresă cu nr. 580 din 19 noiembrie 1900 a Camerei de Comerț și Industrie din Ploiești către Institutul Central de Chimie din București putem stabili cu exactitate locul unde fusese ridicată rafinăria lui Mehedinţeanu (recte Mitrany); str. Buna Vestire nr. 174, bariera Rîfov. Rafinăria lui Marin Mehedinţeanu a fost vîndută de moștenitori, în 1899, lui M. Mitrany. Mitrany avea angajați un fabricant în persoana lui Iosif Vasilescu și 10 lucrători. Rafinăria producea 80 — 100 de vagoane anual din care benzina se exporta[38].

Din 1906 pînă în 1908 rafinăria nu a mai lucrat. După această dată, trecînd prin mai multe mîini și devenită în ultimul timp Societatea Anonimă "Luciana" a închis porțile în 1933, după o activitate de aproximativ 77 de ani [39].

În concluzie, trebuie precizat că prima rafinărie de petrol din țara noastră a aparținut lui Marin Mehedinţeanu, iar construcția ei a început în anul 1856, la Ploiești.

BIBLIOGRAFIE

1. *** Arh. St. Ploiești, Ocîrmuirea jud. Saac, inv. 120/1837.

2. Importanța zăcămintelor din Caucaz în industria de petrol a U.R.S.S. În: Monitorul petrolului românesc, nr. 24, din 15 dec. 1941, p. 937.

3. Pizanty, M. Résultats de l'activité de l'industrie roumaine, du pétrole en 1929. În: Buletinul Institutului economic românesc, an IX, nr. 3—4 din martie-aprilie 1930, p. 191; Mihail Pizanty. Le pétrole en Roumanie, Atel. grafice „Eminescu" S.A., Buc., p. 75.

4. Osiceanu, C. Prefață la studiul lui Emil Severin, „Petrolul". Imprimeria națională, 1931, București, p. 3.

5 Cerchez, V. Th. Un important anniversaire pur l'industrie pétroliferè 1857—1937. În: Moniteur du pétrole roumain, nr. 23, 1 decembrie 1937, p. 1 798; vezi și articolul aceluiași „Petrolul în U.R.S.S.' În: Monitorul petrolului românesc, nr. 21, 1 noiembrie, 1942, p. 668.

6. Ravaș, Gh. Din istoria petrolului românesc, ESPLP, București, 1955, p. 28—29.

7. Burtoiu, I. Gh. Contribuție la istoricul petrolului românesc În: Revista Arhivelor, nr. 2/1958, p. 207.

8. Moroianu, D. și Stefan, I. M. Focul viu — pagini din istoria invențiilor și descoperirilor românești. Ed. științifică, București, 1963, p. 136.

9. *** Enciclopedia României, III, 1939, București, p. 629.

10. Popovici, V. Începuturile exploatării capitaliste a petrolului în Moldova. În: Studii și materiale de istorie modernă, I, 1957, p. 271.

11. *** Enciclopedia României, pag.cit.

12. *** Arh. St. Ploiești, Pref. Jud. Prahova, inv. 4/1858.

13. *** Ibidem, inv. 65/1858 și 34/1860.

14. *** Ibidem, inv. 11/1859, f. 129, respectiv, 58;

15. *** Ibidem. inv. 33/1860.

16. *** Ibidem, inv. 4/1858.

17. *** Ibidem, Trib. jud. Prahova, S. I-a inv. 18/1861.

18. *** Ibidem, Pref. jud. Prahova, inv. 57/1860, f. 10—11.

19. *** Ibidem, fila 10.

20. *** Ibidem, fila 23.

21. *** Ibidem, fila 12 și 20.

22. *** Ibidem, Trib. jud. Prahova, S.II, inv. 8/1862.

23. Popovici, V. op. cit., p. 274.

24. *** Jurnalul Oficial al Princip. Unite, nr. 110, din 12 iunie 1863.

25. *** Ibidem, nr. 146 din 31 iulie 1863.

26. Popovici, V. op. cit., p. 274—275.

27. *** Art. St. Pl., Trib. Jud. Prahova, S.II, inv. 8/1862.

28. *** Ibidem, S.I., inv. 18/1861.

29. *** Ibidem, inv. 16/1861.

30. *** Ibidem, S.II. inv. 38/1867.

31. *** Ibidem, inv. 84/1878.

32. *** Ibidem, inv. 35/1870.

33. *** Ibidem.

34. *** Arh. St. Buc., Diverse ad-tive, inv. 55/1860. f. 2—4 și inv. 169/1868, f. 367 — comunicate de C. Boncu.

35. *** Arh. Statului Ploiești, Trib. jud. Prahova, S.I., inv. 24/1892.

36. *** Ibidem, inv. 5/1892, 22/1893 și 17/1895.

37. *** Ibidem, S. II., inv. 84/1878.

38. *** Arh. St. Ploiești, Camera de Com. și Industrie Ploiești, inv. 1/1900.

39. Budescu Al. Ploiești I, Biblioteca urbanistică a municipiilor București, 1934, p. 142—143.

EDITURA TEHNICĂ LA A 20-A ANIVERSARE

La 1 martie s-au împlinit 20 de ani de existență a Editurii tehnice, instituție al cărui rol este de a contribui, prin publicațiile sale, la promovarea progresului științific și tehnic în cadrul politicii generale de industrializare a țării.

Organizarea științifică a producției, introducerea de procese tehnologice noi, de metode avansate de lucru și, în general, procesul de transformare a României dintr-o țară „eminamente agrară" într-o țară industrială, care să elaboreze procese tehnologice, utilaje, instalații și produse competitive pe piețele de desfacere, necesită cadre tehnice bine pregătite profesional, înarmate cu cele mai noi cuceriri ale științei și tehnicii mondiale.

Editura tehnică era chemată să contribuie la realizarea acestor sarcini vitale pentru țara noastră, să creeze documentația tehnică necesară pregătirii cadrelor noastre de specialiști din toate domeniile industriei: metalurgice; construcții de mașini și utilaje; elec-

trotehnică; energetică; electronică şi automatică; geologie, mine, petrol şi gaze; chimie şi industrie chimică; industria alimentară şi industrie uşoară; construcţii, materiale de construcţii; arhitectură; instalaţii şi transporturi; organizarea şi conducerea producţiei şi altele.

În cei 20 de ani de existenţă, Editura tehnică a editat lucrări de nivel elementar pentru muncitorii care se califică în diferite profesii, lucrări de nivel mediu pentru maiştri şi tehnicieni şi lucrări de nivel superior pentru specialiştii de înaltă calificare. Astfel, au fost tipărite 4 800 titluri de lucrări într-un tiraj de 2 500 000 de exemplare, cuprinzînd 200 de tematici tehnico-ştiinţifice din 30 de domenii diferite.

În primii ani de activitate ai Editurii tehnice, cartea tehnică s-a bazat mai mult pe traduceri din străinătate.

Ulterior, pe măsura creşterii numărului de specialişti şi a experienţei acestora, s-a urmărit stimularea activităţii de elaborare de lucrări originale.

Pe această linie, numărul lucrărilor originale destinate celor ce lucrează în domeniul cercetării şi al exploatării zăcămintelor de petrol şi gaze a fost mai mare decît în alte ramuri, ţinîndu-se seama de tradiţia de peste un secol pe care o are ţara noastră în acest domeniu.

Pentru a ilustra aportul adus de Editura tehnică în pregătirea cadrelor noastre tehnice, de la cercetători şi ingineri pînă la cele mai largi cercuri de tehnicieni şi muncitori calificaţi care activează în cadrul industriei de petrol din ţara noastră este suficient să se arate că în perioada 1950—1970 s-au tipărit 122 de titluri de lucrări.

Dintre lucrările mai valoroase care au apărut în această perioadă şi care aduc o contribuţie importantă în realizarea sarcinilor de dezvoltare a industriei petrolului se citează:

— Manualul inginerului petrolist (6 volume); I. M. Muraviev, P. A. Krîlov — Exploatarea zăcămintelor de ţiţei;

V. Anastasiu, A. Purcel — Extracţia ţiţeiului; G. Ioachim — Exploatarea zăcămintelor de ţiţei (3 ed.); I. Costin — Probleme de utilaj petrolier (3 ed.); I. Cristea — Hidraulica subterană (2 volume); I. Stuparu — Cartea sondorului de foraj (3 ed); I. Lari — Garnitura de foraj; N. Drăgotescu — Pompajul sondelor de ţiţei; V. N. Dahnov — Interpretarea rezultatelor geofizice ale profilelor de sondă; S. Socol ş.a. — Automatizarea şi controlul centralizat în extracţia şi transportul ţiţeiului şi gazului; D. Pantazi — Construcţia şi tubarea sondelor; T. Penescu ş.a. — Fizica zăcămintelor de petrol şi gaze; I. Costin — Pompe şi instalaţii de noroi; N. Puşcoiu — Curgerea bifazică a hidrocarburilor în ţevile de extracţie; P. Rădulescu — Exploatarea raţională a instalaţiilor de foraj-extracţie; W. F. Rogers — Compoziţia şi proprietăţile fluidelor de foraj; N. Puşcoiu — Exploatarea zăcămintelor de gaze; ş.a.

Publicaţiile au fost realizate după planuri tematice elaborate pe baza unei temeinice cercetări, cu numeroase consultări ale consiliilului de redacţie, cît şi a multiplelor sondaje efectuate în cadrul întreprinderilor beneficiare, al institutelor de proiectare şi de cercetare şi în învăţămîntul tehnic superior.

Întocmirea planurilor tematice s-a făcut atît anual, cît şi pentru perspectivă, avîndu-se în vedere directivele de partid şi de stat privind dezvoltarea pe etape a economiei noastre naţionale.

În vederea unei întocmiri cît mai corespunzătoare a planurilor de lucru, redacţia a menţinut şi menţine un contact strîns şi multilateral cu cititorii, prin consfătuiri în întreprinderi, prin sugestiile primite şi prin convorbiri cu ocazia expoziţiilor de carte tehnică, a simpozioanelor şi a sesiunilor de comunicări ştiinţifice din institutele de profil.

Faţă de realizările înregistrate pînă în prezent şi faţă de aprecierile de care se bucură producţia noastră editorială, redacţia de petrol şi gaze îşi va intensifica eforturile pentru a oferi muncitorilor, maiştrilor, tehnicienilor şi inginerilor din industria petrolului cărţi care să le dea posibilitatea să se documenteze, să-şi completeze cunoştinţele necesare rezolvării problemelor din procesul de producţie.

Pentru viitor, pînă în anul 1975, sînt prevăzute să apară următoarele lucrări mai importante: Constantinescu D., N. Mereanu — Sape de foraj; Constantinescu M. — Forajul sondelor adînci (ed. II); D. Grigorescu, M. Iung — Deshidratarea gazelor naturale; V. Anastasiu, A. Purcel — Practica extracţiei ţiţeiului; I. Dravăţ, ş.a. — Forajul cu jet; C. M. William (traducere S.U.A) — Metode noi de foraj; V. Drug, O. Ungureanu — Transportul gazelor naturale; I. Costin — Instalaţii de foraj de mică adîncime; D. Pantazi — Construcţia şi tubarea sondelor (ed. II); ş.a.

Rezultă că şi în viitor se va pune un accent deosebit pe lucrările cele mai reprezentative; va fi mărit numărul de lucrări de informare tehnică, prin care specialiştii vor fi ţinuţi la curent cu noile realizări, cu noile tendinţe de dezvoltare a industriei de petrol, urmărindu-se prin aceasta creşterea în continuare a eficienţei economice, a productivităţii muncii în această ramură de bază a economiei noastre naţionale.

Al 39-lea Congres internaţional de chimie industrială

Bucureşti 7—11 septembrie 1970

Consiliul naţional al cercetării ştiinţifice în colaborare cu Academia Republicii Socialiste România, departamentele economice şi învăţămîntul universitar, organizează cel de-al 39-lea CONGRES INTERNAŢIONAL DE CHIMIE INDUSTRIALĂ la Bucureşti între 7—11 septembrie 1970.

Avînd ca temă: „CHIMIA ŞI PROGRESUL", Congresul va oferi prilejul unui larg schimb de opinii şi de informaţii asupra posibilităţilor pe care această importantă ramură a ştiinţei şi tehnologiei le deschide dezvoltării economiei ţărilor în serviciul progresul ui şi civilizaţiei. Congresul internaţional de chimie industrială va da posibilitatea unui însemnat număr de cercetători şi

ingineri de a prezenta rezultatele lucrărilor proprii şi de a realiza un schimb util de experienţă cu colegii lor din alte ţări. Organizarea în acest an al celui de-al 39-lea Congres internaţional de chimie industrială în capitala României, asigură continuarea unei vechi tradiţii a Societăţii de Chimie Industrială. El va permite oaspeţilor să cunoască succesele poporului român în opera de dezvoltare multilaterală a patriei sale şi să admire frumuseţile peisajului românesc.

Congresul va lucra pe următoarele secţiuni:

1. *Organizarea cercetărilor şi problema cadrelor*
2. *Inginerie chimică*
3. *Coroziune şi măsuri de protecţie contra coroziunii*
4. *Combaterea poluării apei şi atmosferei*
5. *Chimie analitică*
6. *Combustibili şi lubrifianţi*
7. *Petrochimie — Carbochimie*
8. *Procese catalitice şi catalizatori*
9. *Metalurgie (feroasă şi neferoasă)*
10. *Industrii anorganice — Îngrăşăminte chimice*
11. *Industria silicaţilor (sticlă, ceramică, ciment, materiale refractare)*
12. *Materiale plastice şi elastomeri*
13. *Industrii chimice organice diverse*
14. *Produse farmaceutice*
15. *Compuşi tensio-activi. Parfumerie şi cosmetică*
16. *Textile şi tăbăcărie*
17. *Celuloză şi hîrtie*
18. *Industrii alimentare*
19. *Aplicaţii ale radioizotopilor*
20. *Economie industrială*

Sperăm că Congresul va suscita interesul a numeroşi specialişti, care prin participarea lor îşi vor aduce contribuţia la reuşita acestor manifestări.

În cadrul Congresului se vor organiza: şedinţe plenare în care se vor expune conferinţe pe teme generale şi şedinţe de lucru pe secţii.

Vor fi organizate, de asemenea, excursii ştiinţifice şi turistice, un program pentru doamne, reuniuni neoficiale, banchet.

Orice corespondenţă va fi adresată Secretariatului celui de-al 39-lea Congres Internaţional de Chimie Industrială, Bucureşti, ROMANIA, Str. Roma nr. 32—34.

COMITETUL DE ORGANIZARE

The 39 th International Congres of Industrial Chemistry from

September 7 to 11 1970, in Bucharest

The national Council of scientific research in cooperation with the Academy of the Romanian Socialist Republic, the economical departments and the universities education are organizing the 39th International Congress of Industrial Chemistry in Bucharest between the 7th—11th September 1970. Having as subject — mater „CHEMISTRY AND PROGRESS", the Congress will offer the opportunity of a large exchange of opinions and information concerning the possibilities which this important branch of science and technology represents for the economical development of all countries, in the service of progress and civilization. The International Congress of Industrial Chemistry will offer the possibility to a great number of researchers and engineers to present the results of their own works and to effect an useful exchange of experience with their colleagues from other countries.

The organization this year of the 39-th International Congress of Industrial Chemistry in the capital of Romania, assures the carrying on of an old tradition of the Society Industrial Chemistry. It will allow the guests to know the achievements of the Romanian people in the action of the multilateral development of their country, and to admire the beauties of the Romanian landscape.

The working sections of the Congress will be:

1. *Research organization and staff problems*
2. *Plastic materials and elastomers*
3. *Petrochemistry — Carbochemistry*
4. *Catalytic processes and catalysts*
5. *Cellulose and Paper*
6. *Corrosion and corrosion prevention*
7. *Water and air pollution control*
8. *Metallurgy (ferrous and non-ferrous)*
9. *Inorganic industries-chemical fertilizers*
10. *Silicate industry (glass, ceramics, cement, refractory materials)*
11. *Fuels and lubricants*
12. *Different organic chemical industries*
13. *Pharmaceutical products*
14. *Textiles and tanneries*
15. *Food industry*
16. *Analytical chemistry*
17. *Applications of radioisotopes*
18. *Surface active Agents, Perfumes and Cosmetology*
19. *Chemical engineering*
20. *Industrial economy.*

The organizers that the Congress will arouse the interest of many specialists, who, by their participation, will contribute to the success of this event.

The Congres will comprise plenary meetings during which lectures on general themes will be given and working meetings by sections. Scientific and touristic excursions, a programme for ladies, informal meetings and a banquet will also be organized.

Please address any correspondence to the Secretariat of the 39-th International Congress of Industrial Chemistry, Bucharest, ROMANIA, Str. Roma nr. 32—34.

THE ORGANIZING COMMITEE

39 — ème Congrès International de Chimie Industrielle

du 7 au 11 septembre 1970, à Bucarest

Le Conseil national de la recherche scientifique en collaboration avec l'Academie de la République Socialiste de Roumanie, les départements économiques et l'enseignement universitaire, organisent le 39e CONGRÈS INTERNATIONAL DE CHIMIE INDUSTRIELLE à Bucarest du 7 au 11 septembre 1970.

Le Congrès ayant comme thème „La Chimie et le Progrès", offrira l'occasion d'un large échange d'opinions et d'informations sur les possibilités que cette importante branche de la science et de la technologie a pour développement de l'économie des pays, au service du pro-

grès et de la civilisation. Le Congrès International de Chimie Industrielle permettra à un important nombre de chercheurs et d'ingénieurs de présenter les résultats de leurs travaux et de réaliser un échange utile d'expérience avec leurs collègues des autres pays. L'organisation, cette année, du 39e Congrès International de Chimie Industrielle dans la capitale de la Roumanie, assure la continuation d'une ancienne tradition de la Société de Chimie Industrielle. Le Congres permettra aux invités de connaître les succès du peuple roumain dans l'oeuvre du développement multilateral de sa patrie et d'admirer les beautés du paysage roumain.

Les travaux du Congrès se dérouleront dans les sections suivantes:

1. *Organisation des recherches et problème des cadres*
2. *Matières plastiques et élastomères*
3. *Pétrochimie — Carbochimie*
4. *Processus catalytiques et catalysateurs*
5. *Cellulose et papier*
6. *Corrosion et protection anticorosive*
7. *Lutte contre la pollution de l'eau et de l'atmosphère*
8. *Métallurgie (ferreuse et non ferreuse)*
9. *Industries anorganiques — engrais chimiques*
10. *Industries des silicates (verre, céramiques, ciment, materiaux réfractaires)*
11. *Combustibles et lubrifiants*
12. *Industries chimiques organiques diverses*
13. *Produits pharmaceutiques*
14. *Textiles et tannerie*
15. *Industries alimentaires*
16. *Chimie analytique*
17. *Applications des radioisotopes*
18. *Tensio-actifs, Parfumerie et Cosmétologie*
19. *Engineering chimique*
20. *Economie industrielle*

Les organisation espèrent que le Congrès va susciter l'intérêt de nombreux spécialistes qui, par leur participation, contribueron à la réussite de cette manifestations.

Dans le cadre du Congrès seront organisées des séances plénières au cours desquelles seront programmées des conférences consacrées à des thèmes généraux et de séances de travail par sections. Seront, également, organisées des execusions scientifiques et touristiques, un programme pour les dames, des réunions non-offlcielles, un banquet.

Prière d'adresser toute correspondance au Secrétariat du 39-ème Congrès International de Chimie Industrielle, Bucarest-Roumanie, Str. Roma nr. 32—34.

LE COMITÉ D'ORGANIZATION

DOCUMENTARE

* * * **Dezvoltarea industriei petroliere în Belgia.** În: Petroleum Press Service, **XXXVI**, nr. 11, noiemb. 1969

În urma dezvoltării industriei petroliere în Belgia s-a hotărît construirea unei conducte de petrol Europort-Anvers, a cărei construcţie va costa 20 mil. dolari. Conducta, care va avea 100 km lungime şi 34" diametru, urmează să fie terminată la mijlocul anului 1971. La început vor putea fi transportate anual 20 mil.t produse petroliere; cu ajutorul unei capacităţi suplimentare de pompaj, această cifră va putea fi mărită la 30 mil.t/an.

Societatea Chevron va construi o rafinărie de 5 mil.t/an, la Feluy, lîngă Mons care va fi legată cu Anvers prin conducte. Construirea acestei rafinării va ameliora condiţiile economice ale acestei regiuni, care suferă în urma dispariţiei progresive a minelor de cărbune. În cursul acestui an se prevede construirea unui complex chimic tot la Feluy, care va primi etilenă de la Anvers prin conducte şi a unei fabrici de materiale plastice la Peruwels, lîngă Tounai.

De asemenea, se duc tratative cu societatea Wintershall pentru construirea la Anvers a unei rafinării de 3 mil.t/an.

În prezent capacitatea totală de rafinare a Belgiei este de 33 mil.t/an, din care cea mai mare parte este situată la Anvers; SIBP al societăţilor BP şi Petrofina, 15 mil. t/an, Esso-4,5 mil. t/an, Albatros-3 mil. t/an R.B.P.-4 mil.t/an International Oil (fostă Albatros)-1 mil. t/an, Texaco (Gand)-5 mil.t/an şi Shell (Gand)-430 000 t/an.

* * * **Program de explorări în Japonia.** În: Petroleum Press Service **XXXVI**, nr. 11, noiemb. 1969

Consiliul pentru dezvoltarea resurselor de petrol şi gaze naturale a efectuat recent un studiu asupra perspectivelor din Japonia pentru explorarea şi exploatarea petrolului şi gazelor naturale.

Ajutorul financiar prevăzut de Petroleum Development Corporation va fi extins la operaţiile efectuate pe platforma continentală a Japoniei. În prezent, acest ajutor nu este acordat decît pentru lucrările efectuate în străinătate.

Prevăzînd reuşita releveelor aeriene şi seismice în plan, se prevede forarea a 32 de puţuri de explorare submarine pînă în 1974, în zonele din jurul Hokkaido, în lungul coastei Pacificului, de la Honshu şi în părţile de nord şi vest ale Mării Japoniei.

Studiul confirmă că forajul va fi limitat la adîncimi de apă de 200 m şi dimensiunea economică minimă a unui zăcămînt submarin va fi de 5—10 mil.t rezerve sigure.

Dat fiind că releveele au indicat zăcăminte triasice şi cretacice promiţătoare, se speră că vor fi descoperite cîteva astfel de zăcăminte.

Pe sol, se prevăd forări, în special, în zonele producătoare de petrol şi gaze existente, în lungul ţărmului la nord-vest de Honshu, cum şi în anumite structuri cretacice promiţătoare, la Hokkaido şi Kyusku. În afară de o prospecţiune geografică extensivă — seismică, gravimetrică şi magnetică — — este planificată forarea a 213 puţuri, dintre care 193 în regiunea de la Tohuku la Honshu.

Descoperirile probabile de noi rezerve sînt evaluate la 4,3 mil. kl ţiţei şi 9 400 mil. m^3 gaze naturale. Pentru ţiţei, această cifră reprezintă necesarul pentru a menţine rezervele la nivelul actual, ţinînd seamă de o producţie anuală constantă de 860 000 kl. Se prevede o producţie de gaze naturale de 7 990 mil.m^3.

Cifrele retrospective cuprinse în raport arată că producţia anuală de ţiţei a crescut de la 340 000 kl în 1954 la 860 000 kl în 1968, iar cea de gaze naturale de la 140 la 2 100 mil.m^3. Din totalul cheltuielilor de explorare şi exploatare din ultimii 15 ani, care însumează 50 000 yeni, 15 000 au fost furnizaţi de stat.

Gadjiev, N. A. ş.a. **Influenţa conţinutului de ţiţei din fluidul de foraj asupra indicatorilor lucrului sapelor.** În : Azerbaigeanskoe, nefteanoe hozeaistvo, **49**, nr. 12, dec. 1969, p. 16—17

Se face analiza lucrului sapelor folosite la o serie de sonde forate pe cîmpurile Karabaglî şi Kiurovdag din Azerbaigean cu condiţii asemănătoare de teren şi cu fluid de foraj tratat cu ţiţei.

La alegerea şi prelucrarea datelor a stat criteriul identităţii tipodimensiunii sapelor, turbinelor de fund, regimului şi parametrilor fluidului de foraj, adîncimii formaţiunilor stratigrafice.

Se ajunge la concluzia că avansarea pe sapă şi viteza mecanică de foraj în condiţiile unui conţinut de 5—6% ţiţei în fluidul de foraj cresc în medie cu 21 şi respectiv 23%.

Blinov, G. S. şi Krîlov, V. I. **Determinarea parametrilor stratului absorbant după fotografiile pereţilor găurii de sondă.** În : Burenie, nr. 12, dec. 1969, p. 22—25

Se prezintă rezultatele cercetării sondelor cu aparatul fotografic FAS-1. Se arată, că se poate determina după fotografiile pereţilor găurii porozitatea rocilor carbonatice, porozitatea găsită fiind confirmată de datele obţinute prin cercetări geofizice (carotaj radioactiv).

Se descriu rezultatele calculelor productivităţii, calcule efectuate după fotografiile pereţilor sondelor cu metoda F. I. Koteahov. Comparaţia acestor rezultate cu productivitatea determinată prin cercetări hidrodinamice prezintă o apropiere foarte mare.

Gurgiev, A. G. **Influenţa unora din săruri asupra parametrilor pastelor de ciment.** În : Burenie, nr. 12, dec. 1969, p. 16—18

Se prezintă rezultatele lucrărilor efectuate pentru determinarea influenţei clorurii feroase ($FeCl_2$) şi a clorurii ferice ($FeCl_3$) asupra răspîndirii şi a duratelor de priză a pastei de ciment preparată cu apă tratată cu aceste săruri. S-a stabilit că un adaos de 2% în greutate de $FeCl_3$ la greutatea cimentului uscat, reduce foarte mult răspîndirea pastei preparată cu raportul A/C = 0,4. Se reduce, de asemenea, şi durata de priză. Aceasta este deosebit de vizibil în cazul întăririi în baie de apă cu temperatura de 70—75°C a pastei de ciment preparată cu soluţie apoasă de 15% clorură ferică. O scurtare mare a duratei de priză se observă şi în cazul tratării cu soluţie apoasă de 20% clorură feroasă a pastei de ciment gata preparate cu raportul A/C = 0,4 .

Se mai constată că tratarea cu $FeCl_3$ în concentraţii reduse provoacă o încetinire bruscă a prizei.

Gabuniia, G. V. şi Ukleba, N. G. **Utilizarea sapelor cu o rolă pe cîmpul Teleti din R.S.S. Gruzină.** În : Burenie, nr. 12, dec. 1969, p. 12—14

Se prezintă rezultatele utilizării sapelor de 190 şi 214 mm prevăzute cu o singură rolă, în curs de aplicare (asimilare) pe cîmpul Teleti, profilul geologic care este reprezentat prin roci neozoice şi mezozoice de tărie medie şi tari, pentru traversarea lor fiind mai potrivite sapele cu diamante sau cu o rolă în locul celor cu trei conuri.

Analizarea cu ajutorul metodelor statisticii matematice a datelor efective obţinute arată că indicatorii tehnici şi economici de foraj realizaţi cu sapele cu o singură rolă sînt mult superiori celor rezultaţi prin utilizarea sapelor cu trei conuri.

Guseinov, A. G. şi Gagiev, M. S. **Practica formării pragului de deviere la sondele adînci şi cu diametrul redus.** În : Burenie, nr. 12, dec. 1969, p. 6—7

Metodele aplicate pentru formarea pragului de deviere în vederea resăpării găurii de sondă se clasifică în următoarele grupe : 1) formarea pragului cu ajutorul motoarelor de fund ; 2) formarea pragului cu ajutorul mesei rotative şi a penelor de deviere ; 3) formarea pragului cu ajutorul mesei rotative şi diferitele componenţe ale garniturii de foraj cu utilizarea stabilizatorilor.

În cazul resăpării la adîncimi mari a găurilor de sondă cu diametrul redus (168 mm şi mai mic) prezintă interes metoda formării pragului de deviere din grupa a 3-a de clasificare aplicată în cadrul Uniunii „Grozneft".

Se face analiza datelor obţinute cu aplicarea acestei metode de către trustul de foraj „Groznefterazvedka" şi se trag concluziile practice cu privire la alegerea locului pe gaura sondei pentru formarea pragului de deviere, la componenţa părţii de jos a garniturii de foraj, la construcţia sapei şi la regimul de foraj.

Veazelşcikov, V. M. **Determinarea indicilor de rezistenţă în zona de contact : pasta de ciment- roca halogenă, prin trasarea curbei înfăşurătoare a stărilor-limită.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 12, dec. 1969, p. 39—42

Pentru caracterizarea multilaterală a proprietăţilor de rezistenţă în zona de contact a pastei de ciment cu roca halogenă s-a aplicat metoda de încercare simultană la forfecare şi compresiune cu sarcini normale de diferite valori şi trasarea curbei înfăşurătoare a stărilor-limită.

Curbele găsite pentru contactul dintre piatra de ciment cu conţinut diferit de clorură de sodiu şi roca halogenă (carotă de sare gemă- halit) se aproximează cu o parabolă, în ecuaţia căreia intră indicii de rezistenţă limită la întindere monoaxială şi de rezistenţă la forfecare „simplă".

Se arată că gradul de adeziune a cimentului la roca halogenă depinde de saturaţia cu clorură de sodiu a pastei de ciment şi că el devine maxim la un conţinut de 36% NaCl la greutatea cimentului.

Mişin, G. G. ş.a. **Influenţa unor săruri asupra rezistenţei pietrei de ciment.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 12, dec. 1969, p. 35—39

Pentru cimentarea formaţiunilor salifere se utilizează paste de ciment preparate cu soluţii apoase de săruri. În articol se prezintă rezultatele cercetărilor experimentale ale influenţei sărurilor NaCl, KCl, Na_2SO_4,$CaCl_2$, K_2CO_3 asupra rezistenţei pietrei de ciment şi datele privind influenţa concentraţiei sării în lichidul de preparare a pastei asupra rezistenţei la compresiune a pietrelor de ciment în vîrstă de două zile. Se explică mecanismul şi creşterea rezistenţei cimenturilor cu conţinut redus şi ridicat de alumină aflate sub acţiunea sărurilor.

Kerimov, Z. G. şi Şihaliev, F. A. **Modelarea amplasării centrorilor în cazul sondelor înclinate.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 12, dec. 1969, p. 32—35

Se examinează problema modelării părţii de jos a coloanei de exploatare tubată într-o sondă înclinată.

Se determină influenţa unghiului de înclinare a găurii de sondă şi a diametrelor sondei şi coloanei de exploatare asupra distanţei dintre centrori.

Ca urmare a prelucrării materialului experimental se propune o formulă empirică pentru determinarea numărului de centrori şi a distanţei dintre ei.

Latîpov, R. S. ş.a. **Cu privire la nerespectarea legii liniare a filtraţiei în zona de talpă prin aplicarea probatorului de strate.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 12, dec. 1969, p. 17—19

Dacă, în cadrul pregătirii sondei pentru exploatare, se operează cu probatorul de strate, în intervalul încercat se provoacă depresiuni de scurtă durată şi adesea importante, care au drept consecinţă producerea cu mare viteză a filtraţiei lichidului de strat mai ales în zona de talpă a sondei.

Pentru verificarea respectării legii liniare a filtraţiei, atunci cînd se operează cu probatoarele de strate şi a posibilităţii de aplicare a metodelor elaborate pentru determinarea parametrilor stratului, autorii au calculat vitezele de filtraţie la diferite condiţii şi, ca urmare, au stabilit că liniaritatea filtraţiei nu se respectă în cazul anumitor raporturi ale permeabilităţii, grosimii stratului şi debitului. Graficele prezentate reflectă zonele menţinerii şi călcării filtraţiei liniare în zona de talpă în cadrul diferitelor condiţii de probare cu şi fără a ţine seama de rezistenţa în probator, precum şi de rezistenţa la turtire a prăjinilor.

Utilizînd datele pentru grosimea stratului, debitul, permeabilitatea aproximativă şi graficele propuse, se poate soluţiona problema stabilirii justeţei prelucrării datelor iniţiale cu metodele existente şi a necesităţii repetării operaţiei de probare a obiectivului respectiv.

Kogan, F. S. **Rezolvarea cu ajutorul calculatoarelor a problemelor injecţiei prin sonde în grup în cadrul regimului elastic de filtraţie.** În : Za tehniceskii progress, **9**, nr. 12, dec. 1969, p. 15—16

Se cercetează problema deplasării contactului-apă-ţiţei într-un sistem unitar de amplasare în cinci puncte a sondelor de injecţie în cadrul unui strat nemărginit. Metoda prezentată în articol pentru rezolvarea problemei este aplicabilă oricărui număr de sonde de injecţie şi de exploatare amplasate în orice fel de ordine, pentru soluţionare fiind însă necesară maşina electronică de calcul.

Bachman, W. A. **Prevederile industriei extractive de petrol pentru deceniu 1970—1980.** In : Oil Gas J. **67**, nr. 45, 10 noiemb. 1969, p. 159—164

Plecînd de la consumul mondial de petrol din anul 1968 şi ţinînd seama de prevederile creşterii necesarului de energie, precum şi de dezvoltarea altor surse (energie nucleară şi hidroelectrică), se prevăd cifrele din tabela 1 pentru necesarul de petrol în anii 1970, 1975 şi 1980. Aceste cifre, includ pe lîngă ţiţei — şi echivalentul de ţiţei al gazelor consumate. Tabela însumează cerinţele interne, buncărul internaţional pentru navele maritime şi aeriene, consumul propriu al rafinăriilor şi cel pentru scopuri militare.

Din tabela 1 rezultă că în anul 1980 consumul mondial de petrol va depăşi dublul consumului din 1968, cînd petrolul va acoperi 52,4 % din necesarul mondial de energie, faţă de 43,9 % în 1948, iar cel de gaze 18.1 % faţă de 17,5 % în 1948.

Ţinînd seama că în deceniul 1970—1980, industria petrolului va trebui să producă peste 35 mrd.m³ ţiţei, adică o cifră aproape egală cu întreaga cantitate de ţiţei extrasă de la începutul existenţei ei, se prevăd următoarele căi de dezvoltare:

1. Explorarea va fi intensificată la un grad nemaiatins pînă în prezent, dezvoltîndu-se, în special, explorarea marină în ape cu adîncimea pînă la 1 800 m.

TABELA

Consumul mondial de petrol în 1 000 m³/zi

ZONA	1968	1970	1975	1980
Europa de Vest	1 640	1 878	2 561	3 484
Africa	127	146	206	307
Orientul Mijlociu	127	159	209	309
Asia — Pacific	801	1 009	1 683	2 418
S.U.A. — Canada	2 293	2 520	3 096	3 681
America Latină	392	443	585	779
Total ţări capitaliste	5 380	6 155	8 340	10 969
Ţările socialiste	907	1 053	1 529	2 251
Total mondial	6 287	7 210	9 869	13 221

2. La forarea sondelor vor fi aplicate metode şi utilaje noi, precum forajul prin abraziune, prin eroziune şi cu explozibili, iar utilajele vor fi total automatizate şi comandate prin calculatoare, care vor urmări menţinerea regimului optim de foraj.

3. Procedeele de extracţie vor dezvolta tehnica marină şi vor mări factorul final de recuperare, prin perfecţionarea recuperării termice.

În studiul ce se prezintă se face următorul calcul : rezervele mondiale sigur recuperabile de ţiţei sînt evaluate la circa 75 mrd. m³, iar de la începutul extracţiei ţiţeiului şi pînă la finele anului 1969, s-au extras aproape 35 mrd. m³, adică ceva mai puţin decît jumătate.

Prin mărirea procentului de recuperare finală de la 30 % obţinut astăzi, la 40 — 45 %, estimat pentru perioada 1970—1980, prin aplicarea unor metode perfecţionate de recuperare secundară şi terţiară, se vor putea extrage în plus circa 48 mrd.m³ ţiţei, ceea ce echivalează cu mărirea cifrei rezervelor recuperabile pînă la aproape 123 mrd.m³. În felul acesta, s-ar putea asigura consumul mondial de petrol, cel puţin pînă în anul 1990, chiar dacă nu s-ar mai fora noi sonde de explorare.

4. Prelucrarea ţiţeiului va necesita construcţia continuă de noi rafinării de aşa fel încît în orice moment vor trebui să se găsească în construcţie noi unităţi de prelucrare, care să însumeze o capacitate de circa 477 000 m³/zi.

Cifrele menţionate dau imaginea ritmului şi a direcţiilor de dezvoltare a industriei extractive de petrol, în deceniul 1970/1980.

Devlikamov, V. V. şi Habibullin, Z. A. **Proprietăţile reologice ale ţiţeiurilor conţinînd azot dizolvat.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 12, dec. 1969, p. 11—13

În ţiţeiurile din stratele carboniferului inferior din Başkiria este prezent în cantităţi mari azotul dizolvat. S-au efectuat cercetări reologice asupra ţiţeiurilor cu conţinut diferit de azot dizolvat, asfaltene şi bitum. Conţinutul de azot dizolvat în ţiţei a variat pînă la 6,8 cm³/cm³. Cercetările s-au efectuat cu carote de gresie la temperatura stratelor din care s-a extras ţiţeiul. S-a constatat că dizolvarea azotului în ţiţei contribuie la intensificarea proprietăţilor structurale ale ţiţeiului, respectiv la creşterea tensiunii dinamice de forfecare şi a gradientului de presiune dinamică de forfecare în gresie, micşorîndu-se totodată permeabilitatea gresiei. Cu cît conţinutul de asfaltene în ţiţei este mai mare cu atît şi influenţa azotului dizolvat asupra proprietăţilor structurale ale ţiţeiului este mai puternică. Fenomenele sînt condiţionate de acţiunea dizolvantă a azotului asupra micelelor de asfalt din ţiţei.

În cadrul exploatării stratului D-IV al zăcămîntului Şkapovo s-a constatat că degazificarea parţială a ţiţeiului din strat este însoţită de o sensibilă reducere a azotului conţinut în ţiţei. În scopul îmbunătăţirii condiţiilor de exploatare a zăcămintelor se propune drept metodă de slăbire a proprietăţilor structurale ale ţiţeiului de strat, degazificarea lui parţială în strat.

Zaiţev, Iu. V. **Perspectivele dezvoltării extracţiei ţiţeiului prin gaz-lift.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **47**, nr. 12, dec. 1969, p. 1—7.

În anul 1968 în U.R.S.S., cu mijloace mecanizate, s-au extras: 58,6 mil. t prin pompaj de adîncime cu prăjini; 65,4 mil.t prin pompaj de adîncime fără prăjini şi 5,5 mil. t prin gaz-lift.

Se arată cauzele reducerii an de an a volumului de ţiţei extras prin gaz-lift în ultimii 20 de ani şi lipsurile specifice acestui mijloc de extracţie. Se descriu rezultatele lucrărilor experimental-industriale efectuate în ultimii ani de către uniunile Tatneft, Başneft şi Kuibîşevneft. Se fundamentează necesitatea alegerii metodei de extracţie încă în stadiul de elaborare a proiectului de exploatare şi partea sa organică în proiectul general de exploatare şi de înzestrare a zăcămintelor de ţiţei. Se prezintă analiza experienţei extracţiei prin gaz-lift de peste hotare. Se arată avantajele gaz-liftului şi domeniul aplicării sale eficiente. Se dă estimarea tehnico-economică a extracţiei prin gaz-lift în diferite regiuni petrolifere ale Uniunii Sovietice şi fondul posibil de sonde către anul 1975.

Rüping, A. **Exploatarea gazelor acide şi problemele de tratare a lor.** În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **82**, nr. 11, noiemb. 1969, p. 454—459

La sfîrşitul anului 1968 rezervele mondiale de gaze naturale cunoscute erau de 30 400 miliarde Nm^3, iar producţia în acelaşi an a fost de 1 000 miliarde Nm^3. Europa de Vest dispunea la sfîrşitul anului 1968 de 3 400 miliarde Nm^3 rezerve cunoscute de gaze naturale (2 000 miliarde Nm^3 în Olanda, 750 în Anglia, 262 în R.F. a Germaniei, 230 în Franţa, 130 în Italia, 30 în Austria) şi se estima că aceste rezerve vor fi la sfîrşitul anului 1969 de 4 000 miliarde Nm^3. Specialiştii consideră că se mai pot descoperi în R.F. a Germaniei încă 350 miliarde Nm^3 gaze naturale.

Circa o treime din gazele naturale din R.F. a Germaniei sînt gaze acide, conţinînd H_2S, în medie, pînă la 18%. Din producţia de astăzi, circa 25% sînt gaze acide, avînd peste 1% H_2S. Prin gaze acide se înţeleg acele gaze care conţin H_2S în proporţie de 2,3 pînă la 5,75 mg/Nm^3. Aceste gaze sînt totdeauna însoţite de CO_2 şi de diferiţi compuşi organici ai sulfului.

Exploatarea gazelor naturale acide conţinînd H_2S şi CO_2 ridică probleme importante privind măsurile de protecţie a muncii (H_2S este un toxic puternic, în concentraţii începînd de la 0,07% în volum putînd provoca moartea) şi coroziunea echipamentului de extracţie.

Coroziunea cea mai periculoasă are loc sub acţiunea sulfului atomic, care pătrunde în reţeaua cristalină a oţelului ţevilor de extracţie, producînd fragilizarea acestuia (coroziunea fisurantă de H_2S). Fragilizarea oţelului duce la ruperi într-un timp foarte scurt dacă ţevile de extracţie sînt supuse în acelaşi timp şi la alte eforturi, ceea ce este mereu cazul. Experienţa a dovedit că oţelurile cu limită de curgere pînă la maximum 60 kg/mm^2 (oţelul J 55 şi C 75, după API) au cea mai bună comportare la coroziunea fisurantă de H_2S.

În afară de alegerea oţelurilor ţevilor de extracţie se mai folosesc pentru combaterea coroziunii gazelor cu conţinut de H_2S şi CO_2 şi inhibitori, care se introduc în sonde prin diferite metode. Tratamentele cu inhibitori sînt foarte eficiente.

Gazele cu conţinut mare de H_2S ridică în exploatare încă o problemă importantă şi anume aceea a depunerilor de sulf elementar pe ţevile de extracţie. Recuperarea sulfului din aceste depuneri se face pe cale mecanică sau chimică. De la această operaţie rezultă importante cantităţi de sulf. Din producţia mondială de sulf a ţărilor capitaliste circa 20% se obţin din gazele naturale cu conţinut ridicat de H_2S. La nivelul anului 1970 se estimează că aceste ţări vor produce circa 30 mil. t de sulf, din care circa 60% ca sulf elementar, obţinut prin procedeul Frasch (circa 10 mil. t) şi prin extragerea din gazele naturale (circa 8 mil. t).

Angulo, J. ş.a. **Un nou procedeu pentru fabricarea lubrifianţilor aplicat în Spania.** În: Oil Gas Intern. **9**, nr. 12 dec. 1969, p. 98—102

Rafinăria Puertollano din Spania fabrică încă din anul 1955, uleiuri lubrifiante superioare prin procedeul de hidrogenare la presiune înaltă, în prezenţa unui catalizator. La finele anului 1968, rafinăria a modificat fabricarea acestor uleiuri prin adoptarea unui procedeu nou de hidrotratare, elaborat şi experimentat împreună cu Institutul Francez de petrol (IFP). Avantajul principal oferit de noul procedeu este posibilitatea de a produce uleiuri cu indici de viscozitate foarte mari, care nu se pot obţine economic prin alte metode. Flexibilitatea mărită a procesului de hidrotratare permite trecerea uşoară şi rapidă de la fabricarea uleiurilor convenţionale cu I. V. 95 la fabricarea uleiurilor superioare cu peste 125 I. V. Aceste avantaje se datoresc, în cea mai mare parte, noului catalizator utilizat, care posedă o mai mare selectivitate în activitatea de hidrocracare şi o stabilitate termică care menţine uniformă calitatea produselor fabricate. Proprietăţile acestor uleiuri şi anume: stabilitatea culorii în timpul depozitării, stabilitatea la oxidare şi calităţile detergente au fost determinate şi studiate comparativ cu cele ale uleiurilor convenţionale, fabricate prin alte procedee. Rezultatele numeroaselor încercări au confirmat superioritatea uleiurilor obţinute prin noul procedeu. Aceste uleiuri, cu indici de viscozitate foarte mari, vor putea fi utilizate la prepararea unor uleiuri multigrade mai bune, cu o durată de folosire mai mare şi în condiţii tehnologice aproape ideale.

* * * **Manevrabilitatea petrolierelor uriaşe.** În: Petroleum Press Service, **XXXVI**, nr. 12, dec. 1969

După datele furnizate de societatea Gulf, petrolierele de 326 000 t ale acestei societăţi — cele mai mari vase din lume — sînt mai uşor de manevrat decît petrolierele de tonaj mai mic şi, în afară de aceasta, sînt foarte stabile pe timp de furtună.

Cu toate că specialiştii erau de părere că distanţa de o milă marină — necesară unei nave de 100 000 t pentru a opri — ar fi mărită la 3 mile pentru o navă de 300 000 t s-a constatat că o astfel de navă navigînd cu 14,8 noduri pe oră cu încărcătura maximă, poate opri pe o distanţă de o milă şi trei sferturi.

De asemenea, s-a constat că pe timp de furtună ruliul a rămas în permanenţă sub 10 grade şi că în timpul unui violent taifun vasul Universe Ireland nu a avut decît un ruliu de 17 grade.

* * * **Uniunea Sovietică va furniza gaze naturale Republicii Federale a Germaniei.** În: Oil Gas Intern. **10**, nr. 1, ian. 1970, p. 83—85

Uniunea Sovietică a semnat un acord cu R.F. a Germaniei (Ruhrgas A.G.) pentru furnizarea, cu începere din anul 1973, a unei cantităţi de 3 000 mil. m^3/an gaze naturale din zăcămintele exploatate în Siberia. În primul an se vor livra 500 mil.m^3 anual, timp de şase ani, pînă se va ajunge la volumul prevăzut în contract.

Durata acestui contract va fi de 20 de ani, iar preţul calculat la frontierea R.S. Cehoslovacă, va fi de 1,6 centi/m^3.

Ruhrgas A.G. va vinde gazele cu 1,9 centi/m^3 grupului Bayerngas A.G. aparţinînd statului R.F. a Germaniei, care va organiza distribuirea pentru consumul intern. U.R.S.S. va reduce valoarea calorică a gazelor de la 9 400 la 8 400 kcal/m^3 şi va modifica compoziţia acestora corespunzător compoziţiei gazelor utilizate în prezent în R.F a Germaniei.

Uniunea Sovietică se angajează să achiziţioneze din R.F a Germaniei ţevile pentru conductă şi utilajele necesare, în valoare totală de 420 mil. dolari. În următorii trei ani R.F a Germaniei va livra ţevile de diametre între 55—100 ţoli, în valoare de 336 mil. dolari. Prima comandă de 1,2 mil. t ţevi de 48 ţoli a fost primită de curînd de firma Mannesmann, de la agenţia sovietică Promyrio — Import. Aceste ţevi vor avea grosimea pereţilor de 0,75 ţoli şi vor trebui să reziste condiţiilor de temperatură extrem de joasă.

Italia a semnat, de asemenea, cu U.R.S.S. un acord pe timp de 20 de ani, pentru livrarea unei cantităţi de 100 000 mil. m³ gaze, care va începe în decembrie 1972 cu un volum de 6 000 mil. m³ anual. Livrarea se va efectua pe o conductă de 370 km, lungimea care va trece de pe teritoriul R.S. Cehoslovace prin Austria, pînă la frontierea italiană. Ţevile şi utilajele vor fi furnizate de Italia în schimbul gazelor primite, la care se va adăuga un export de mărfuri pe termen de cinci ani în valoare de 200 mil. dolari în U.R.S.S.

Se menţionează că un acord cu Franţa pentru livrarea unei cantităţi de 2 500 mil. m³ gaze anual, va fi semnat în curînd. Un acord cu Elveţia este în curs de negociere.

* * * **Perspectivele aprovizionării cu gaze naturale ale Europei occidentale**. În: Petroleum Press Service, **XXXVI**, nr. 11, noiemb. 1969

Raportul unei comisii speciale, publicate de O.C.D.E., arată că producţia de gaze naturale va acoperi, în 1975, probabil 10 —14% maximum, din necesarul energetic al Europei Occidentale. Tot în acest raport se menţionează că este posibil ca acest procent să se menţină, mai ales ţinînd seama de descoperirile probabile de rezerve suplimentare. Din tabelele întocmite pe baza cercetărilor efectuate, rezultă că în diferitele ţări producătoare de gaze naturale se prevede o mărire probabilă a producţiei de la mai puţin de 40 000 mil.m³ în 1968 la 120—128 000 mil. m³ în 1975. Pe baza rezervelor stabilite se crede că totuşi, producţia va putea fi mai ridicată — circa 135 000 mil. m³/an — dacă se acceptă o durată de viaţă a rezervelor de 30 de ani, sau de circa 160 000 m³/an, dacă se admite o durată de viaţă a rezervelor de 25 ani.

Se prevede că importul de gaze naturale din Africa de Nord şi din U.R.S.S. va fi sporit la 14 000 mil. m³ în1975, faţă de 2 500 mil.m³ în 1968 ; în raport se menţionează însă, posibilitatea încheierii unor noi contracte pe baza discuţiilor care se poartă în prezent astfel că în 1975 importul de gaze ar putea reprezenta dublul acestei cifre.

Considerînd atît producţia de gaze naturale cît şi importul, se poate prevede că în 1975 se va ajunge la cifra de 135—140 000 mil. m³, echivalentul a mai mult de 10% din cererea probabilă de energie, pe baza celei mai prudente evaluări. În raport se demonstrează, de asemenea, că gazele naturale vor acoperi cel puţin jumătate din creşterea probabilă a cererii de energie care va avea loc pînă în 1975.

* * * **Industria de gaze engleză în 1968—1969**. În: Gaz d'Aujourd'hui, **93** nr. 11, noiemb. 1969, p. 501—502

Raportul întocmit de Gaz Council, pentru exerciţiul 1 apr. 1968—31 martie 1969, arată realizarea unui beneficiu record de 17,5 mil.£. De notat că exerciţiul precedent este deficitar.

Cauzele redresării industriei de gaze engleze, sînt : reducerea preţului de revenire al gazelor vîndute, creşterea vînzării de gaze, urcarea tarifului de vînzare a gazelor din aprilie 1968.

Prin reducerea gazelor fabricate, de la 72% din total, în 1963—1964, la 57% în 1968—1969, preţul de revenire a scăzut cu 11,4%. Preţul gazelor vîndute a fost stabilit la 5 centime/termie (o termie 1 000 kcal).

Dezvoltarea industriei naturale de gaze în Anglia a redus producţia gazelor din cărbune, de la 21,9 mil. t folosite în 1963/1964, la 9,3 mil. t în 1968/69 şi 5,9 mil. t produse petroliere. La 1 martie 1969 existau în funcţiune 170 uzine pentru fabricarea gazelor în Anglia, fără să mai existe vreun proiect pentru construcţia unei noi uzine.

Cantitatea de gaze naturale cumpărate de Gas Council din Algeria, sub formă de gaze lichefiate a depăşit dublul exerciţiului trecut, ajungînd la concurenţe a 775 000 t.

Staţia terminală de la Bacton a primit primele cantităţi de gaze de la Leman Bank (Shell/Esso) la 13 august 1968, livrarea stabilizîndu-se la 9 mil. m³/zi.

Zăcămîntul gazifer de la Leman Bank dispune de 16 sonde productive, 3 platforme permanente de foraj, fiecare din ele avînd asociată o platformă de producţie. Schela marină de gaze este legată cu Bacton printr-o conductă de gaze submarină, cu diametrul de 750 mm şi lungimea de 65 km.

Preţul de cumpărare al gazelor, de către Gas Council a fost de 1,12 centime/term în 1968/1969 (faţă de 1,36 în exerciţiul trecut).

Reţeaua de transport a gazelor a crescut cu 614 km în 1968/1969, ajungînd la totalul de 1 715 km.

În localitatea Hinckley se instalează un centru de telemăsurare şi telecomandă, care urma să intre în funcţiune la începutul anului 1970.

Pentru depozitarea gazelor au fost puse în funcţiune la Canvey Islanda primele rezervoare subterane în teren îngheţat, cu capacitatea de 21 000 t. Lucrările pentru pregătirea structurilor de la Cousland şi Saraden, în scopul depozitării gazelor a fost suspiciat din cauza situaţiei defavorabile. S-a decis să se construiască o uzină pentru lichefierea gazelor şi o staţie pentru depozitarea lor la Glenmavis (16 km est de Glasgow). Valoarea investiţiilor a atins cifra de 225 mil. £. În cursul exerciţiilor 1968/1969 s-au vîndut 118 190 mil. termi din care 62,2% pentru consumul casnic (+ 11,1% faţă de 1967/1968 preţul mediu a fost de 5,21 centi/termie).

SCURTE ŞTIRI

Un nou zăcămînt uriaş de gaze descoperit în U.R.S.S.

Pe malul fluviului Ural, aproape de oraşul Orenburg, a fost descoperit un zăcămînt de gaze evaluat la 1 000 mrd.m³, care oferă avantaje excepţionale pentru a fi exploatat. El este situat în apropierea marilor centre industriale dintre Ural şi Volga, cît şi de conducta magistrală de gaze Bukhara şi Asia Centrală — centrul U.R.S.S. Ca rezerve de gaze, zăcămîntul de la Orenburg urmează imediat după cel de la Tiumex, dar oferă cele mai reduse cheltuieli de explorare, extracţie şi transport. Gazele sînt bogate în sulf, gaze lichefiabile şi benzine. Valoarea sulfului extras va putea acoperi singură cheltuielile de exploatare ale zăcămîntului.

Livrarea de gaze naturale din Uniunea Sovietică către R. P. Bulgaria

Între întreprinderea sovietică Soiuzneftexport şi R.P. Bulgaria vor începe tratative în vederea măririi lucrărilor de ţiţei şi gaze naturale sovietice, în perioada 1971 — 1975.

În acest scop va fi construită o conductă de gaze, în lungime de 700 km. Primul tronson, între Ismail şi Varna, va intra în funcţiune în anul 1972, urmînd apoi a fi racordate localităţile : Burgas, Plovdiv şi Sofia.

★

Franţa livrează capete de erupţie speciale în U.R.S.S.

Societatea franceză LUCEAT a primit o comandă din U.R.S.S. pentru livrarea în 1970 a 50 de capete de erupţie cu acoperire anticorosivă şi dispozitive automate pentru manevrarea robinetelor.

Se notează că furnizorul principal al industriei de petrol sovietice în capete de erupţie este R.S. România, care a livrat în 1968, un număr de 530 de instalaţii şi 620 t robinete.

★

A 33-a sesiune a organizaţiei „COMETEC — GAZ"

La 9 şi 10 octombrie 1969, s-a ţinut la Dusseldorf, în R. F. a Germaniei, a 33-a sesiune a Comitetului de studii economice a industriei vest-europene de gaze, „COMETEC — GAZ", care reuneşte asociaţiile profesionale din :

Austria, Belgia, Franţa, Anglia, Italia, Olanda, R. F. a Germaniei şi Elveţia.

Delegaţii au prezentat activitatea desfăşurată în domeniul industriei de gaze a organizaţiilor internaţionale : Comitetul gazelor CEE de la Geneva, Organizaţia de cooperare şi dezvoltare economică (O. C. D. E.) din Paris şi Comunitatea europeană (CEE).

S-a examinat studiul Comisiei CEE, intitulat „Prima orientare pentru o politică comunitară a energiei", care are la bază aprovizionarea economică a consumatorilor.

★

S-au examinat rezultatele experienţelor făcute de societatea de distribuţia gazelor, referitoare la deservirea clientelei.

Printre alte chestiuni discutate, se citează : programele de investiţii, concurenţa pe piaţa energiei şi dezvoltarea noilor aplicaţii ale gazului natural.

Întrunirea viitoare va avea loc în primăvara anului 1970, în localitatea la Haye, din Olanda.

★

Cele 15 ţări principale producătoare de gaze naturale

La începutul anului 1969, clasamentul principalelor ţări producătoare de gaze a fost următorul, ţinînd seama de producţia comercializată, exprimată în mrd.m³ :

1. S.U.A.	547,0
2. U.R.S.S.	174,0
3. Canada	54,0
4. R.S. România	21,6
5. Mexic	16,3
6. Olanda	14,0
7. Italia	10,5
8. Venezuela	7,8
9. R.F. a Germaniei	5,8
10. Franţa	5,7
11. Argentina	5,3
12. R.P. Ungară	2,6
13. R.P. Polonă	2,5
14. Algeria	2,5
15. Anglia	2,0

Statistica rezervelor mondiale de gaze naturale

Se reproduc mai jos cifrele publicate de Agenţia Economică şi Financiară, din Franţa care se referă numai la rezervele sigure, cunoscute la începutul anului 1968, exprimate în miliarde m³

America de Nord		9 923,1
S.U.A.	8 294,0	
Canada	1 293,5	
Mexic	335,6	
America de Sud		1 385,6
Argentina	226,5	
Venezuela	788,1	
Extremul Orient		934,8
din care Pakistan	580,5	
Orientul Mijlociu		6 962,8
Iran	2 831,7	
Irak	594,7	
Kuweit	991,1	
Arabia Saudită	1 415,8	
Oceania		225,9
din care : Australia	212,4	
Africa		3 284,5
din care : Algeria	2 831,6	
Libia	311,6	
Europa de est		14 671,3
din care : U.R.S.S.	4 247,4	
Europa Occidentală		3 351,5
R.F. a Germaniei	240,7	
Franţa	297,3	
Anglia (md. M. Nord.)	707,9	
Italia	141,6	
Olanda	1 925,6	

Se notează că descoperirile recente făcute în Siberia, permit să se evalueze rezervele de gaze sovietice la peste 9 000 mrd.m³.

★

Gaze naturale în Marea Adriatică

O a doua sondă, forată de grupul italian Montecatini — Edison situată în largul localităţii de coasta Riccime, pe platforma continentală a Italiei, din Marea Adriatică, a fost pusă în producţie cu un debit de 1,5 mil m³/zi gaze. Ea este situată la mai puţin de 10 km de prima sondă.

★

În Marea Britanie mai multe societăţi petroliere forează în largul mării.O echipă a lui Natural Environment Researche Council folosind nava de prospecţiuni John Murray va explora şi va efectua releveuri ale fundului mării într-o regiune situată la circa 200 mile la nord de insulele Seilly, în cadrul studiului pe care îl efectuează asupra soclului continental britanic.

★

În Franţa, societatea Schellrex a obţinut cinci permise de explorări : Goudon şi Castet în Acvitania, Ourcq în bazinul Parisului, Argens în sud est şi Champagnole — Mouthe în Jure. Permisele sînt acordate pe termen de 5 ani, afară de cel de la Ourcq, acordat pe un termen de numai 4 ani.

Societatea Shell a obţinut un nou permis de prospecţiune şi exploatare pe soclul continental norvegian, la jumătatea distanţei între Bergen şi insulele Shetland.

★

Două grupuri suedeze — Scandinavian Training şi Johnson — au încheiat contracte pe termene lungi cu întreprinderea sovietică de comerţ exterior Sojuz neftexport ; Scandinavian Training va importa 5 mil t produse petroliere timp de 3 —4 ani, iar grupul Johnson va importa 5,5 mil t ţiţei şi rafinate, timp de 5 ani. În afară de aceasta, livrări suplimentare vor avea loc în baza contractelor pe termen scurt, iar grupul cooperator O. K. va importa mai departe produse petroliere.

Se menţionează că pînă în prezent importul de produse petroliere al Suediei din U.R.S.S. a fost de 4,5 mil t/an.

★

În Canada, a fost descoperit un important zăcămînt de gaze acide la 30 mile sud-est de zăcămîntul de la Stracha, în regiunea Alberta. Analiza gazelor indică un conţinut de hidrogen sulfurat de 90%

★

În Statele Unite urmează să se ia o hotărîre în ceea ce priveşte problema dezgheţării terenurilor din Alaska pentru a permite începerea lucrărilor de pozare a unei conducte de petrol trans-alaskană de 776 mile lungime.

★

Ministerul Tehnologiei din Marea Britanie estimează în prezent rezervele exploatabile de gaze naturale din partea britanică a platformei continentale la 27 trilioane de picioare cubice, ceea ce ar permite o producţie de 18 ani şi jumătate la valoarea fixată pentru 1975, 4 miliarde picioare cubice pe zi. Contractele semnate pînă în prezent asigură debuşeuri pentru circa 3 miliarde picioare cubice pe zi, iar cele în curs de negociere vor mai asigura debuşeuri pentru cel puţin încă 700 mil picioare cubice pe zi.

★

În Franţa vor fi importate 200—250 mil m³ gaze naturale din Olanda, începînd de la 1 oct. 1970, în urma unui contract pe termen de 18 ani încheiat recent între întreprinderea Gaz de France şi Grupul Francez Petroland, care exploatează noul zăcămînt de gaze naturale de la Leeuwarden (dispoziţii indirecte de aprovizionare prevăd ca gazele de la Leeuwarden să fie importate în Franţa în schimbul gazelor din zăcămîntul de la Groningne, exploatat de Gasunie). Din 1970—1971, importurile suplimentare de gaze naturale în Franţa vor putea atinge 500 — 625 mil m³/an, pe măsură ce zăcămîntul de la Leeuwarden va fi valorificat mai intens.

În R.S.F. Iugoslavia producția de țiței va crește cu 7%, ajungînd la 2,9 mil t și cea de gaze naturale va spori cu 50% depășind cifra de 1 000 mil m^3.

Ina — principalul producător de țiței va fora anul acesta în partea iugoslavă a soclului continental al Adriaticei, cum și în Iordania și în Insula Cipru.

★

În Republica Federală a Germaniei consumul intern de combustibili pentru încălzirea locuințelor a fost în primele nouă luni ale anului 1969 cu 24,5% mai mare decît în aceeași perioadă a anului 1968, atingînd o cifră record de 28 902 000 t. Consumul de carburanți pentru automobile a înregistrat o creștere de 10,3 % atingînd 10 507 00 t; consumul de motorină a crescut cu 4% (6 489 000t); consumul de păcură a crescut cu 7,6 % (16 262 00 t). Pe ansamblu produselor petroliere, consumul intern a crescut cu 13,8% (74 953 000).

★

În Franța, capacitatea rafinăriei de la Donges va fi mărită la 8 mil t/an în 1971 prin construirea unei noi unități combinate care cuprinde o instalație de distilare atmosferică și una de reformare catalitică.

★

În Marea Britanie, societatea Amoco (U.K.) a achiziționat un teren cu o suprafață de 800 acri în apropierea portului Milford destinat rafinăriei cu o capacitate de 4 mil t/an pe care o va construi pînă în 1973.

Ministerul Tehnologiei studiază în prezent o cerere a societății Occidental Petroleum pentru construirea unei rafinării cu o capacitate de 5 mil t/an în insula Canvey.

Rafinăria de la Lindsey, lîngă Kilingholme, amplasată pe rîul Humber, va fi echipată, în cadrul programului de expansiune în curs de realizare, cu instalații de încărcare și descărcare, care vor funcționa după comandă program, de o importanță fără precedent.

În Franța S.N.P.A. va face investiții în vederea unei noi expansiuni a complexului de la Gonfreville, pe Sena, în apropiere de Rouen. Programul de expansiune prevede o instalație de producere a stirenului cu o capacitate de 200 000 t/an, unități pentru producerea polistirenului cu o capacitate de 90 000 t/an și o instalație de producere a polietilenei la înaltă presiune cu o capacitate de 75 000 t/an; pentru realizarea acestor instalații vor fi necesare investiții de 1 000 mil de franci. De asemenea, se va construi o unitate de cracare cu vapori în cadrul complexului petrochimic a cărei producție de materiale plastice va fi de circa 600 000 t/an în 1975.

★

În Republica Federală a Germaniei, capacitatea de rafinare a țițeiului va crește de la circa 116 mil t/an la 124 mil t/an la sfîrșitul anului 1970 și la 70 mil t/an la sfîrșitul anului 1974. În afară de aceasta se prevăd extinderi importante pentru rafinăriile de la Misburg, de la Ingoldstadt, de la Bremen sau de la Wörth, și de la Hamburg.

★

În Olanda s-a dat în funcțiune o nouă instalație de distilare a țițeiului cu o capacitate de 7,5 mil t/an la rafinăria de la Rotterdam a societăților Chevron și Texaco, astfel încît capacitatea totală a acestei rafinării este în prezent de 12,5 mil t/an.

★

În Belgia societățile Bayer și Shell au în vedere crearea unei societăți mixte belgiene pentru fabricarea produselor de bază ale materialelor plastice din poliuretan. Uzina va fi amplasată la Anvers. Investițiile pentru primul stadiu al lucrărilor sînt evaluate la 1 600 mil. franci belgieni.

★

În Austria au intrat în funcțiune primele instalații de etilenă și polietilenă la înaltă presiune, amplasate în apropierea rafinăriei societății Schewechat, lîngă Viena. Societatea petrolieră de Stat O.M.V. care exploatează rafinăria și instalația de etilenă are în vedere încheierea unui acord cu societatea westgermană Farbwerk Hoechst pentru întocmirea unui proiect de dublare a capacității uzinei de etilenă care va ajunge astfel la 140 000 t/an, precum și amplasarea acestei instalații în apropiere de o instalație de polietilenă la joasă presiune.

★

În U.R.S.S., în baza unui contract semnat în luna noiembrie 1969, un consorțiu francez va construi o instalație de tratare a gazelor de 15 miliarde m^3/an și o unitate de producere a sulfului la marele zăcămînt de gaze naturale de la Orenburg.

★

În Japonia, societatea Nipon Petrochimicals a terminat construirea unei uzine de aromate, a doua din lume, amplasată la Ukishima, cu o capacitate anuală de peste 40 000 t; ea va produce benzen, toluen și xilen care vor fi utilizate la fabricarea fibrelor sintetice în uzina vecină de la Ravasaki, care pînă în prezent importa materia primă.

★

În Japonia, în urma contractului încheiat între Marathon Phillips și Tokio-Electric Tokyo Gaz, livrările de gaze naturale lichefiate din Alaskan au început în luna noiembrie 1969, prin sosirea la Yokohama a vasului Polar Alaska. În vederea acestor livrări, la Isogo-ku au fost construite patru mari rezervoare de gaze lichefiate pentru stocare la temperatură scăzută. Capacitatea totală a acestor rezervoare este de 160 000 kl, ceea ce-l face cel mai important depozit de gaze lichefiate din lume.

★

În Canada, Natomas a terminat, la sfîrșitul anului 1969, o stație terminală de produse ușoare în portul Quebec, care cuprinde patru rezervoare de stocare de 96 000 barile, pentru supercarburanți și carburanți obișnuiți, kerozen și motorină.

RECENZII

AL. ERHAN, L. ORMAZU ȘI N. PETCU: *Aparate de măsură și control în foraj și extracția țițeiului și gazelor* (ediția a II-a), Ed. tehnică, București, 1969, p. 451.

Lucrarea reeditată în 444 de pagini este alcătuită din două părți: partea I, „Aparate de măsură și control la forajul sondelor de țiței și gaze", conținînd cinci capitole, și partea a II-a „Aparate de măsură și control la extracția de țiței" cu zece capitole.

Dotarea industriei de petrol cu instalații și cu utilaje moderne a făcut posibilă apariția unor aparate de măsură și de control concepute în conformitate cu cele mai noi descoperiri ale științei și ale tehnicii mondiale. Din acest motiv, lucrarea cu același titlu, publicată tot de către Editura tehnică în anul 1962, este depășită, necesitînd o ediție îmbunătățită, revăzută și completată cu o serie de aparate noi, care au apărut între timp în industria de petrol.

În această lucrare sînt prezentate atît aparate fabricate în R. S. România, de concepție proprie, cît și aparate concepute și fabricate în alte țări. Pentru fiecare aparat descris s-au arătat principiul constructiv, schema de montaj, modul lui de funcționare, interpretarea datelor indicate sau înregistrate de aparat, modul în care se face exploatarea aparatului în diferite condiții climatice, întreținerea lui, defectările posibile și mijloacele de remediere a acestora.

În textul lucrării sînt date şi relaţiile de calcul necesare astfel încît pe baza indicaţiilor aparatelor să se determine valorile sau variaţiile valorilor parametrilor urmăriţi.

Conţinutul cărţii şi nivelul ei atestă competenţa autorilor, dobîndită în urma unei bogate şi mari experienţe în practica forajului sondelor şi a extracţiei petrolului şi a gazelor.

Lucrarea este utilă operatorilor, tehnicienilor şi inginerilor din şantierele de foraj şi din schelele petrolifere sau gazeifere din ţara noastră, completînd în acest fel literatura tehnică de specialitate cu o lucrare accesibilă tuturor tehnicienilor cărora li se adresează.

Capitolele 1, 2, 3, 4 şi 5 descriu construcţia şi modul de lucru al aparatelor de măsură şi de control al greutăţii garniturii de foraj, al apăsării pe sapă şi de urmărire a parametrilor procesului de foraj cum sînt : viteza de rotaţie a sapei, avansarea sapei, puterea şi momentul instalaţiei de foraj, circulaţia fluidului de foraj, cu indicarea, înregistrarea sau transmiterea la distanţă a valorilor acestor parametri. De asemenea, sînt prezentate aparatele pentru controlul devierii găurii de sondă şi al detectării locului de pierdere a fluidului de foraj.

Pe lîngă descrierile părţilor componente ale diferitelor tipuri de aparate, lucrarea, conţine şi tabele şi diagrame de etalonare, precum şi exemplele numerice de calcul pentru diferitele situaţii întîlnite în forajul sondelor. De asemenea, autorii dau şi unele îndrumări privind montarea şi calibrarea aparatelor şi a sistemelor folosite. În carte se fac recomandări privind manipularea şi întreţinerea diferitelor tipuri de aparate sau ansambluri ale sistemelor de înregistrare a parametrilor de foraj.

Tot în cadrul primei părţi sînt indicate şi descrise succint aparatele, procedeele şi metodele pentru orientarea sculelor utilizate în forajul dirijat.

Partea I se încheie cu o sumară prezentare a aparatelor folosite pentru detectarea locului de pierdere a noroiului în timpul forajului sondelor.

Partea a II-a a lucrării, descrie aparatele folosite pentru măsurarea şi controlul extracţiei de ţiţei şi gaze.

Capitolul 6 prezintă aparatele pentru măsurarea şi determinarea parametrilor fizici ai zăcămintelor de hidrocarburi. Astfel sînt descrise aparatele folosite pentru măsurarea presiunii şi a temperaturii de fund la sondele în producţie. De asemenea, sînt ilustrate metodele şi aparatele pentru măsurarea debitelor de strat, precum şi cele de colectare a probelor de fund din sonde.

Se insistă asupra mijloacelor de manevră utilizate la operaţiile de măsurare în sondă, descrieri care alcătuiesc capitolul 7 al lucrării.

Capitolele 8 şi 9 tratează probleme legate de debitmetrele şi de manometrele diferenţiale pentru lichide, vapori şi gaze.

În capitolul 10 se descriu în mod succint unele regulatoare de presiune, de temperatură şi a debitului de gaze.

Capitolul 11 prezintă cîteva tipuri de dinamografe folosite în industria extractivă de petrol.

Capitolul 12 intitulat „Aparate de măsură şi control utilizate la instalaţiile automatizate pentru transportul ţiţeiului în regim închis", descrie aparatele pentru măsurat conţinutul de apă în ţiţei, debitmetrele volumetrice, indicatoarele de curgere şi dispozitivele automate de luat probe din fluidul ce curge prin conducte.

Capitolele 13, 14, şi 15 prezintă diferite tipuri de aparate folosite pentru măsurarea greutăţii specifice a lichidelor pentru determinat nivelul de lichid la sondele în pompaj şi în regulatoare de nivel. În cadrul capitolului 15 se enunţă şi se descriu unele metode şi aparate pentru determinarea umidităţii în gaze şi în procese şi a conţinutului de apă din produsele chimice.

Prin publicarea acestei cărţi, Editura tehnică a pus la dispoziţie specialiştilor din activitatea de foraj şi de extracţie a ţiţeiului şi gazelor un îndrumar privind tipurile de aparate care pot fi folosite în scopul urmăririi variaţiei parametrilor de lucru ai instalaţiilor folosite, modul de calcul a acestor elemente şi schemele constructive şi de montaj ale aparatelor fabricate atît în R. S. Romania, cît şi în alte ţări.

Lucrarea inginerilor Erhan, Ormazu şi Petcu este necesară atît în birourile şi în atelierele de concepţie ale inginerilor, cît şi pe şantiere, la îndemîna maiştrilor şi a tehnicienilor operatori, şi, de asemenea, în şcoli şi în institute de cercetări. Cartea este o reeditare reuşită a primei lucrări apărută sub acelaşi titlu în anul 1962.

GR. RĂILEANU şi I. PAULIUC. *Geologia generală*. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti 1969.

În condiţiile dezvoltării actuale a industriei petroliere şi extractive de la noi şi a creşterii rapide a cadrelor specializate, se impune o documentare permanentă asupra celor mai noi realizări pe plan mondial.

Numeroasele publicaţii tehnice trebuie să fie folosite de specialişti la completarea cunoştinţelor şi la dobîndirea unei înalte tehnicităţi.

Lucrarea de faţă sintetizează materialele acumulate prin cercetările complexe ale specialiştilor de pretutindeni. Cartea „Geologia generală" este destinată masei mari de geologi, ingineri petrolişti, ingineri din industria extractivă, hidrogeologi, precum şi geofizicienilor, care pot găsi în ea date pentru a-şi face o imagine generală asupra structurii geologice a pămîntului.

S-a constatat că studiul geologiei are o deosebită importanţă, deoarece atît industria extractivă, cît şi cea petrolieră se sprijină pe o cunoaştere desăvîrşită a alcătuirii geologice a scoarţei pămîntului.

Autorii cărţii au reuşit să prezinte sub o formă concisă vastul material ştiinţific existent în acest domeniu, ilustrat cu exemplificări şi cu fotografii deosebit de grăitoare.

Lucrarea se compune din două părţi distincte, potrivit cerinţelor legate de problemele de bază ale geologiei generale.

Prima parte este consacrată geologiei fiziografice şi cuprinde trei capitole. Primul capitol tratează despre pămînt ca corp cosmic, cu subcapitole despre univers, despre sistemul solar, cu diverse ipoteze asupra originii şi asupra mişcărilor cosmice ale pămîntului. Cel de-al doilea capitol analizează probleme în legătură cu proprietăţile fizice ale pămîntului, avînd următoarele subcapitole : forma, dimensiunea, densitatea, structura, magnetismul şi gravitatea pămîntului.

Al treilea capitol se referă la învelişurile externe ale pămîntului.

Partea a doua a lucrării este alcătuită din două capitole şi cuprinde date în legătură cu geologia dinamică. Capitolul prim se referă la dinamica internă, în care autorul tratează fenomenele vulcanice plutonice, mişcările de subsidenţă oscilatorii tectonice etc.

Capitolul al II-lea cuprinde date în legătură cu dinamica externă, cu subcapitole despre alterarea fizică, mecanică, chimică şi acţiunea diferiţilor agenţi fizico-mecanici.

Toate procedeele tehnologice expuse în carte sînt descrise dezvoltat, dîndu-se numeroase informaţii şi date în legătură cu diversele condiţii geologice specifice şi scheme foarte explicite, care uşurează urmărirea procesului tehnologic.

Materialul expus în această lucrare este foarte complet, putînd servi direct pentru aplicare în practică.

Sintetizînd pe ansamblu impresiile expuse fragmentar în analizarea diferitelor capitole, se poate spune că lucrarea „Geologia generală" este o carte în care autorii menţinîndu-se la un nivel ştiinţific corespunzător, încearcă şi reuşesc să prezinte problemele într-un stil accesibil şi nespecialiştilor.

* * * *Handbuch fur Kesselwarter* (Manual pentru cazangii) VEB Deutscher Verlag fur Grundstoffindustrie, Leipzig, 1969, 481 p.

Autorii au elaborat şi publicat în două volume cartea „Handbuch fur Kesselwärter", destinată pregătirii în şcolile profesionale a fochiştilor de cazane de abur. Ca material de consultare cartea este recomandată şi altor cadre calificate din întreprindere (maiştri de cazane, mecanici, tehnicieni, şefi de secţie, economişti etc.).

Volumul I, ce apare în a 8-a ediţie, tratează în formă restrînsă bazele teoretice termotehnice, pentru a înlesni asimilarea cu uşurinţă a problemelor speciale privind cazanele, utilajul anex, metodele de măsurare şi aparatura respectivă etc. Materialul este dezvoltat în 12 capitole.

În capitolele 1 şi 2 se dau definiţiile noţiunilor de bază din mecanică şi din termotehnică (masă, greutate, densitate, volum, presiune, temperatură, căldură, conductibilitate, radiaţie, convecţie, lucru mecanic, putere, aburul şi caracteristicile lui etc.). O serie de exem-

ple şi de date numerice înlesnesc înţelegerea acestor noţiuni.

Capitolele 3 şi 4 sînt rezervate combustibililor şi proceselor de ardere. Se descriu combustibilii folosiţi curent la cazanele de abur (solizi, lichizi, gazoşi), dîndu-se caracteristicile lor şi puterea calorică. Pentru o parte dintre aceşti combustibili se dă analiza elementară. Se atrage atenţia asupra modului de depozitare a combustibililor, în special pentru a se evita autoaprinderile.

Procesele de ardere sînt succint prezentate, insistîndu-se asupra arderilor complete şi incomplete, asupra necesităţilor teoretice şi practice de aer pentru arderi şi a detreminării cu ajutorul unei diagrame a conţinutului de CO din gazele de ardere. O serie de relaţii şi numeroase diagrame şi exemple practice completează înţelegerea proceselor de ardere şi indică modul de determinare a randamentului termic al unei instalaţii de cazane de abur.

Bilanţul termic şi costul aburului sînt larg discutate şi lămurite cu exemple rezolvate, accentuîndu-se importanţa lor la exploatarea cazanelor de abur.

Capitolele 5, 6, 7 şi 8 tratează instalaţiile de ardere cu şi fără grătar, prezentînd diversele construcţii ale acestora, modul de funcţionare, deosebita lor importanţă în procesele de ardere, randamentele realizabile. În continuare, sînt expuse în detaliu înzidirile cazanelor şi izolaţia acestora, coşurile de fum şi asigurarea tirajelor, evacuarea cenuşei rezultată din ardere şi regimul de funcţionare al cazanelor.

În capitolele 9, 10 11 şi 12 sînt prezentate diferitele tipuri curente de cazane de abur, care sînt clasificate, conform normelor în vigoare, în cazane de abur de înaltă presiune (depăşind 0,5 ats presiune de regim) şi în cazane de abur de joasă presiune (pînă la 0,5 ats). Descrierea fiecărui tip de cazan este însoţită de schiţe explicative privind caracteristicile constructive şi funcţionale principale.

Volumul II, tipărit de data aceasta în a 6-a ediţie, descrie în zece capitole restul utilajului şi al aparaturii componente a cazanelor de abur, cuprinzînd indicaţii privind exploatarea cazanelor de abur, deteriorările ce survin în cursul exploatării şi tratarea apei de alimentare.

În capitolul 1 se descriu supraîncălzitoarele destinate să transforme aburul saturat în abur supraîncălzit, explicîndu-se modul de funcţionare a acestora şi fenomenele ce au loc în cursul procesului (creşterea temperaturii aburului de la 200,4 la 360°C, a conţinutului de căldură de la 667,1 la 755,5 kcal/kg şi a volumului specific de la 0,1262 la 0,1810 m^3 kg). Transmiterea căldurii gazelor de ardere în supraîncălzitoare poate avea loc prin radiaţie sau prin contact ori printr-o combinaţie a acestora. Particularităţile acestor două tipuri de supraîncălzitoare se arată într-o diagramă.

Pentru ţevile şi colectoarele supraîncălzitoarelor se folosesc oţeluri aliate sau oţeluri rezistente la temperaturi înalte (oţelurile 15 Mo3 sau 13 Cr Mo 44 rezistă bine pînă la 550°C şi la circa 60—70 at presiune). În prezent, sînt în curs încercări cu oţeluri care să reziste la temperaturi de pînă la 650°C.

Reglarea temperaturii de supraîncălzire la valoarea dorită este importantă şi se face pe mai multe căi (abaterea unei părţi a gazelor de ardere înaintea intrării în supraîncălzitor, amestec de abur saturat şi de abur supraîncălzit după ieşirea din supraîncălzitor, răcirea aburului prin injecţie cu condesat).

Conţinutul de căldură al gazelor de ardere rămas nefolosit în cazan se transmite în bună parte preîncălzitoarelor apei de alimentare (economizoare) şi preîncălzitoarelor de aer. În capitolul 2 se dau succint caracteristicile constructive ale economizoarelor şi ale preîncălzitoarelor de aer, modul de funcţionare şi importanţa lor.

Echipamentul şi armăturile cazanelor, buna lor funcţionare şi controlul lor sînt larg descrise în capitolul 3, arătîndu-se obligaţiile ce decurg din legislaţia în vigoare pentru posesorii de generatoare de abur de tot felul. Atenţie deosebită se acordă descrierii indicatoarelor de nivel, diferitelor tipuri existente şi modului de montare, de funcţionare şi de verificare. Se insistă asupra importanţei ventilelor, a robinetelor şi a canalelor ce intră în componenţa ansamblului de armături ale cazanelor. Sînt, de asemenea, prezentate diferitele tipuri de manometre şi ventilele de siguranţă (în construcţie cu pîrghie sau cu arcuri). Acest capitol este completat cu numeroase scheme constructive.

Alimentarea cu apă a cazanelor este dezvoltată în capitolul 4, în care sînt prezentate pompele de alimentare cu piston, pompele centrifuge, pompele cu jet de apă şi armăturile respective cu conductele de legătură. Pentru fiecare tip de pompă se face o descriere sumară a caracteristicilor constructive, a modului de funcţionare şi a defecţiunilor ce pot surveni, precum şi a remedierii acestora. O serie de schiţe ilustrează construcţia acestor pompe. Un exemplu de calcul al debitului pompelor centrifugale completează textul.

Diferitele puncte de consum al aburului lucrează la presiuni de obicei, mai mici decît cele ale cazanelor de abur. Pentru a se putea continua procesul de producţie independent de variaţiile consumului de abur în reţeaua principală, se montează un ventil de reducere a aburului, care trebuie să cuprindă un domeniu larg de reglare a presiunii să regleze debitele mari şi mici, fără variaţii însemnate în presiunea finală, să nu necesite încălzire prealabilă şi să nu ceară întreţinere şi supraveghere. În capitolul 5 se prezintă diferite construcţii de ventile de reducere a presiunii (cu pîrghie cu arcuri, reglabile) şi răcitoare pentru reglarea temperaturii aburului prin injecţia de condensat sau prin răcirea suprafeţelor.

Capitolele 6 şi 7 cuprind conductele, izolaţia, separarea uleiului din condensat şi instrumentele de măsură şi de control. Atenţie deosebită se acordă oţelului conductelor, care trebuie să corespundă din punctul de vedere al rezistenţei, în special pentru aburul supraîncălzit. Se descriu diferitele tipuri de îmbinări ale conductelor, compensatoarele de dilatare şi oalele de condensare pentru care se dau o serie de scheme. În mod obligatoriu condensatul refolosit la alimentarea cazanelor de apă trebuie curăţat de ulei. Sînt prezentate diferitele tipuri de separatoare de ulei (cu filtre de cărbune activ, centrifugale, cu vacuum). Se expune succint importanţa izolării conductelor, pentru ca pierderile de căldură să fie cît mai mici. Pentru temperaturi de pînă la 150°C, conductele se izolează curent cu vată de sticlă sau cu vată minerală, pînă la 350°C se folosesc plăci de magnezie, iar pentru temperaturi mai ridicate izolaţia uzuală se face cu diatomit. Deosebită importanţă trebuie să se acorde izolării flanşelor şi a ventilelor de tot felul. Punctele neetanşe sînt periculoase deoarece datorită răcirilor locale se formează în conducte tensiuni termice.

Pentru o exploatare cît mai economică, cazanele de abur sînt dotate cu o serie de instrumente şi de aparate de măsură şi de control, ce servesc la măsurarea cantităţilor de combustibili folosiţi, la măsurarea şi înregistrarea cantităţilor de apă consumată, la măsurarea şi înregistrarea presiunilor şi a temperaturilor de regim, la analiza gazelor de ardere şi a tirajelor la coşurile de ardere. Cu ajutorul datelor obţinute se calculează randamentul cazanelor şi se determină pierderile de căldură în gazele de ardere. Pe baza unei serii de schiţe se explică principiile de construcţie şi modul de funcţionare a acestor instrumente şi aparate; numeroase exemple numerice de calcul ilustrează importanţa şi scopul lor în exploatare.

În capitolele 8 şi 9 se descriu modul de exploatare a cazanelor de abur şi defecţiunile ce pot apărea în timpul funcţionării lor.

Funcţionarea cazanelor este suficient de detaliat precizată în legile şi în regulamentele în vigoare, ce trebuie riguros respectate.

Defecţiunile cele mai importante ce se pot ivi în cursul exploatării cazanelor se referă la subţierea grosimii pereţilor cazanelor, atît pe suprafeţele în contact cu apa sau cu aburul, cît şi a celor în contact cu gazele de ardere. După modul de formare şi după aspect, defecţiunile se datoresc coroziunilor, oxidărilor şi uzurii. Se descriu pe larg fenomenele de coroziune şi de oxidare ce au loc în prezenţa oxigenului, a bioxidului de carbon, a apei cu conţinut de acizi, a sulfului din combustibili şi a elementelor galvanice ce se pot forma local în anumite condiţii.

Cenuşa antrenată în gazele de ardere contribuie, de asemenea, prin acţiunea ei abrazivă la subţierea pereţilor. Depunerile de cruste, piatră etc. pe pereţi formează puncte de acumulări importante de căldură, care, în final, duc la deformarea locală a pereţilor cazanului. Aceste acumulări de căldură sînt cu atît mai periculoase, cu cît este mai mic coeficientul de conductibilitate calorică a crustelor sau a pietrei depuse.

Tensiunile rămase în tabla de oţel din timpul fabricaţiei cazanelor pot declanşa o coroziune fisurantă, prin acţiunea hidroxidului de sodiu sau a sodei din apa de alimentare. Coroziunea decurge în cazul de faţă intercristalin şi fisurile ce iau naştere apar, în special în zonele nituite.

Tratarea apei de alimentare a cazanelor este prezentată detaliat în capitolul 10. Cunoaşterea apelor de alimentare este deosebit de importantă, deoarece în funcţie de conţinutul lor în diferite substanţe se aplică diferite tratamente. Se face distincţie între tratarea apei în interiorul cazanelor cu diferite chimicale şi tratarea apei înainte de introducerea în cazane. Se arată schematic procedeele de tratare a apei şi procesele chimice ce au loc. Apa de alimentare brută şi tratată se analizează permanent. Se dau indicaţii practice asupra modului de luare a probelor de apă pentru analize şi a procedeelor şi a aparaturii folosite curent.

L. U. de SITTER : **Geologie structurală.** Traducere din limba engleză, 499 p. Ed. tehnică, 1969

Lucrarea cu caracter didactico-ştiinţific, ,,Geologia structurală", apărută în prima ediţie în limba engleză în anul 1956, se adresează în egală măsură studenţilor şi geologilor, cercetătorilor geologi de laborator sau de şantier. Privită din acest punct de vedere cartea reprezintă o îmbinare de aspecte şi noţiuni practice sau teoretice exprimate într-un riguros cadru ştiinţific.

Autorul şi-a propus drept scop de a conjuga legăturile dintre teorie şi practică începînd cu tratarea în partea I-a a proprietăţilor fizice ale rocilor, continuînd cu partea a II-a, geologia structurală comparativă şi încheind cu geotectonica care constituie partea a III-a a lucrării.

În partea a I-a ,,Geologia structurală teoretică", pe parcursul a şapte capitole sînt tratate mai întîi proprietăţile fizice ale rocilor legate de elasticitatea lor, de rupere şi de forfecare, de curgere ş. a. pentru că aceste noţiuni o dată prezentate să permită o introducere în problemele legate de deformarea rocilor în experienţe de laborator, tectonica experimentală sau comportarea rocilor în procesele tectonice. În cadrul capitolelor menţionate se remarcă, exprimarea fizico-matematică a noţiunilor de stress,de curgere a rocilor, de proprietăţi elastice şi plastice în general.

La observaţiile personale ale lui de Sitter, citatele şi redarea după unii autori ca G r i g g s sau G o g u e l, privind deformările în funcţie de timp sau presiune, întregesc cadrul teoretic al capitolului 3, ,,Deformările rocilor în experienţe de laborator."

Partea a II-a intitulată ,,Geologia structurală comparativă" are întinderea cea mai mare din lucrare, cuprinzînd în 220 de pagini 17 capitole. Primele cinci capitole sînt consacrate originii şi diverselor tipuri de folii. Se fac în această parte precizări şi delimitări din punct de vedere teoretic şi cu privire la cutare, flexurare, rupere, dar de fapt în natură între aceste elemente ale deformării există multiple forme de tranziţie.

Numeroase diagrame sînt reprezentate în mod demonstrativ pentru explicarea frecvenţei faliilor pe anumite direcţii sau a originii sistemelor de falii.

Un spaţiu larg este acordat în continuarea capitolelor pentru analiza şi explicarea fenomenelor de cutare, începînd cu principiile cutării, capitolul 13, apoi cu relaţiile despre cute concentrice disarmonice, transversale de tip paratectonic, tipurile tranziţionale de cutare, cutarea transversală şi cutarea suprapusă.

Sînt de remarcat în cadrul capitolelor referitoare la cute, o seamă de elemente demonstrative reprezentate prin schiţe şi secţiuni geologice a unor zăcăminte petrolifere din America Latină şi de Nord sau de pe structuri geologice de suprafaţă.

Discutînd despre cutele concentrice, la capitolul 14, autorul asociază pe lîngă fenomenele de ordin stuctural, cauzele şi condiţiile legate de acumularea petrolului. Explică în acest sens lipsa petrolului în cutările de clivaj din cauza unor compresiuni prea mari şi afirmă migraţia petrolului relativ redusă în general în cute concentrice. Această ultimă afirmaţie a autorului, generalizată, ni se pare a fi puţin forţată, avînd în vedere numeroasele exemple cînd în cute concentrice ajunse la diapirism, ca cele din zona subcarpatică a României, migraţia verticală a jucat un prim rol în acumularea petrolului. De altfel, cu toate că la capitolul 17, privind cutele diapire autorul revine printre altele chiar cu exemple din România figura 165, totuşi nu pune în discuţie perspectivele petrolifere ale unor asemenea structuri petrolifere în general, şi rolul migraţiei în asemenea cazuri, în special.

Ultimele două capitole ale părţii a doua le formează ,,sedimentele sintectonice şi post-tectonice" şi deformarea de origine netectonică".

Sînt tratate la modul general formaţiunile sedimentare în facies orogenic şi epirogenic, dar legătura genetică a lor, cu evoluţia tectonică a bazinelor sedimentare şi formele structurale, capătă în capitolul 23 un caracter sintetic de explicare şi pricepere.

În capitolul 24 ,,Deformarea de origină netectonică" sînt explicate pe rînd şi exemplificate fenomenele de prăbuşire şi încărcare, alunecare gravitaţională, sariaj, deformaţie tectonică intraformaţională. Reţin atenţia pentru explicarea formării unor capcane petrolifere de tip lentiliform structurile de încărcare, deformate prin alunecarea stratului de nisip superior.

Cea de-a treia parte a lucrării ,,Geotectonica" este consacrată elementelor geostructurale majore ale scoarţei, într-o conexiune cauzală de formare şi morfodescriere.

Sînt atacate pe rînd şi în mod gradat conceptele fundamentale ale geotectonicii, arcuri insulare şi fişe abisale, catene de munţi şi geosinclinale. Ciclurile magnetice orogenice sînt tratate în diversele faze evolutive ale unei orogeneze, exemplificările pentru fiecare caz fiind suporturi de ordin practic în teoriile şi clasificările emise.

Despre fazele evolutive, ca o caracteristică a orogenelor, în geneza lanţurilor muntoase ortotectonice se vorbeşte în capitolul 30, unde autorul admite şase faze caracteristice.

În raport cu continentele şi oceanele autorul delimitează orogenele la intracontinental şi circumcontinental, recunoscînd ca unităţi principale ale acestora o zonă axială la centru, zone marginale sau extreme în părţile exterioare, o zonă interioară intermediară de natură complexă şi bazinul de molasă post-tectonic marginal. Recunoaştem aici o asociere sau coincidenţă cu clasificarea altor geotectonişti ca B e l o u s o v care distinge pentru asemenea situaţii a geosinclinalelor elemente geostructurale majore, ca intrageometinclinale, depresiuni marginale sau externe, depresiuni interne etc.

În scopul demonstrării pe bază de elemente practice a devierii lanţurilor muntoase de la cadrul geometric — teoretic — expus în capitolul 30, autorul se referă în capitolul 31, ,,Orogene cu caracter divergent în mod concret la Pirinei, Atlasul Inalt şi Munţii Cantabriei.

Tratarea cîtorva forme stucturale aparţinînd de scuturi, bazine şi blocuri fac obiectul capitolelor 32, 33 şi respectiv 34. După prezentarea unor elemente de ordin teoretic privind modul de geneză a structurilor în cadrul celor trei elemente geostructurale enunţate, fiecare capitol redă partea descriptivă a unor unităţi majore din continentul Americii de nord, Africii sau Europei, ca de exemplu: Scutul Baltic, Scutul Canadian, Bazinul Californiei, Bazinul Paris, Platoul Colorado, Maseta Marocană etc. Se fac cu această ocazie aprecieri cu privire la caracterele care separă sau care sînt comune unităţilor structurale descrise în cadrul scuturilor, bazinelor sau blocurilor.

Unele probleme legate de diferenţele de mecanism în diferite perioade orogenetice, caracteristicile orogenice ale lanţurilor muntoase şi Cîmpul de stress al pămîntului sînt reunite în capitolul 35.

,,Relaţia în timp şi spaţiu a orogenezelor". În acest capitol autorul arată printre altele greutăţile ce există în descifrarea unor structuri hercinice în comparaţie cu unele terţiare, dar diferenţierile fiziografice pot constitui obiect de studiu şi cercetare aplicativă cu ajutorul aerofotogrametriei.

Ultimul capitol al lucrării 36 se referă la ,,Teorii cu privire la cauza orogenezelor". Modul sistematic şi concis în care se prezintă acest subiect, atît de discutat şi controversat, adaugă un merit în plus autorului care într-o înţelegere largă comentează teoriile cele mai

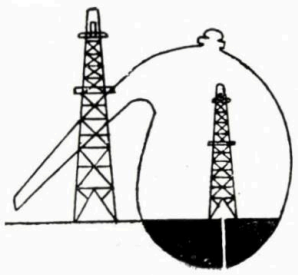
de seamă, care au vehiculat, sînt mai mult sau mai puţin actuale în sfera ştiinţifică a preocupărilor privind formarea sistemelor orogenice. În acest sens şi în succesiunea istorică sînt expuse şi tratate pe rînd teoriile contracţiei, a dilatării, derivei, oscilaţiei şi ondulaţiei, curenţilor de conecţie, teoria expansiunii.

Capitolul 36 se încheie cu consideraţiile critice ale autorului în legătură cu teoriile orogenezelor emise de diverşi cercetători pînă în momentul actual.

Privită în ansamblu „Geologia structurală" a lui de Sitter a reunit într-o prezentare modernă coordonatele majore ale acestei ramuri din geotectonică ediţia din 1964, a cărei traducere a realizat-o Editura tehnică în 1969, prezentînd faţă de ediţia anterioară cu completări rezultate ca urmare a cercetărilor geofizice şi geologice efectuate asupra scoarţei pămîntului.

Însuşi autorul recunoaşte în prefaţa lucrării sale că progresele deosebite obţinute în geologia structurală a necesitat o revizuire aproape completă a unor părţi din prima ediţie.

Ţinem să menţionăm că alături de „Cursul de geologie structurală" de I. Dumitrescu, apărut în 1962, în Editura didactică şi pedagogică, geologia structurală de Sitter completează în mod inspirat un domeniu al geologiei la care specialiştii noştri pot face apel pentru confruntarea elementelor de ordin teoretic, cu cele de ordin practic pe care le întîlnesc în lucrările de cercetare, de laborator sau de şantier.



Revista PETROL ŞI GAZE, organ al Ministerului Petrolului şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacţia: Bucureşti, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sectorul I, telefon 14.72.10/130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere, telefon 14.72.10/184 Bd. Nicolae Bălcescu, nr.16. cont 640 301.14, Banca Naţională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorul I, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8.
Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. nr. 10/50/1968.

Lei 8

I. P. I. — c. 5112

14330

VIGANŌ

EXPLOSION PROOF

Metallurgica VIGANO' Div. ELE, electrical plants, materials and equipment explosion proof, vapor proof, water proof, according to : CEI Italia Electrotechnical Committee – VDE Verband Deutscher Elektrotechniker – NEC National Electrical Code – IEC International Electrotechnical Commission – NBUF National Board of Fire Underwriters – Laboratories Inc. – DIN Deutsche Normen – METALLURGICA VIGANO' Factories : 22044 INVERIGO (CO) Italia – Ph. 607.311 – 20124 Milan Commercial Dept. : Via F. Filzi. 2 – Ph. 651.733 – 651.746.

PROTEJATE CONTRA EXPLOZIEI

Metallurgica VIGANO' Div. ELE, instalații electrice, materiale și echipament protejat contra exploziei. contra aburului. contra apei, potrivit cu : CEI Comitetul electrotehnic italian – VDE Verband Deutscher Elektrotechniker – NEC National Electrical Code – IEC International Electrotechnical Commission – NBUF National Board of Fire Underwriters – Laboratories Inc. – DIN Deutsche Normen – Fabricile METALLURGICA VIGANO' : 22044 INVERIGO (CO) Italia – telefon 607.311 – 20124 Departamentul comercial Milano : Via F. Filzi, 2 – telefon 651.733 – 651.746.

Publicom

Uleiul pentru transformatori fabricat în România, din ţiţeiuri selecţionate cu procedee moderne, se caracterizează prin proprietăţi, care le conferă o utilizare prelungită, fără formare de gudroane:

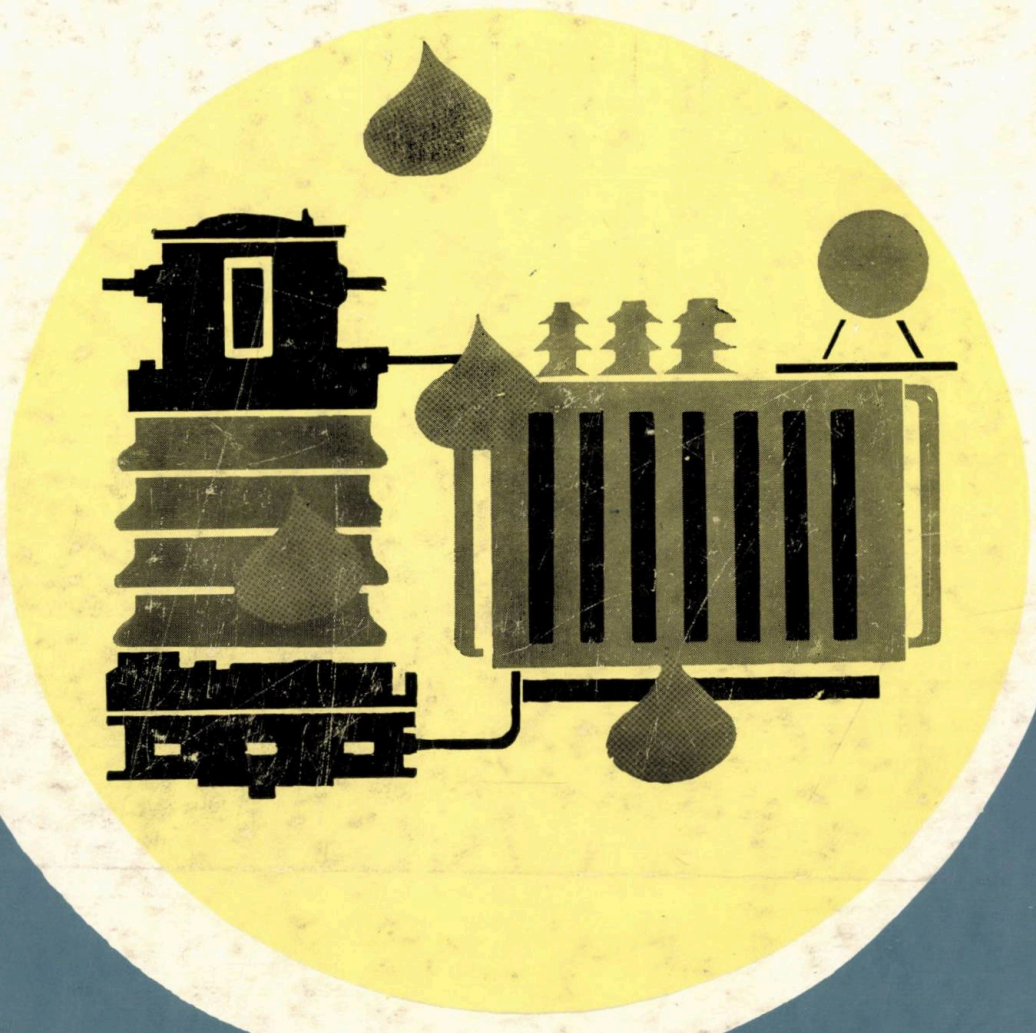
- stabilitate la oxidare;
- temperatură de congelare scăzută;
- rigiditate dielectrică;
- tangentă a unghiului de pierderi corespunzătoare.

PECO comercializează pe piaţa internă iar I.S.C.E. PETROLEXPORT pe pieţele externe, uleiul de transformator românesc în specificaţii de calitate conform

BS_{148}, IS_{335}, VDE_{0370}

Livrarea se efectuează în butoaie de 220 l.

1059

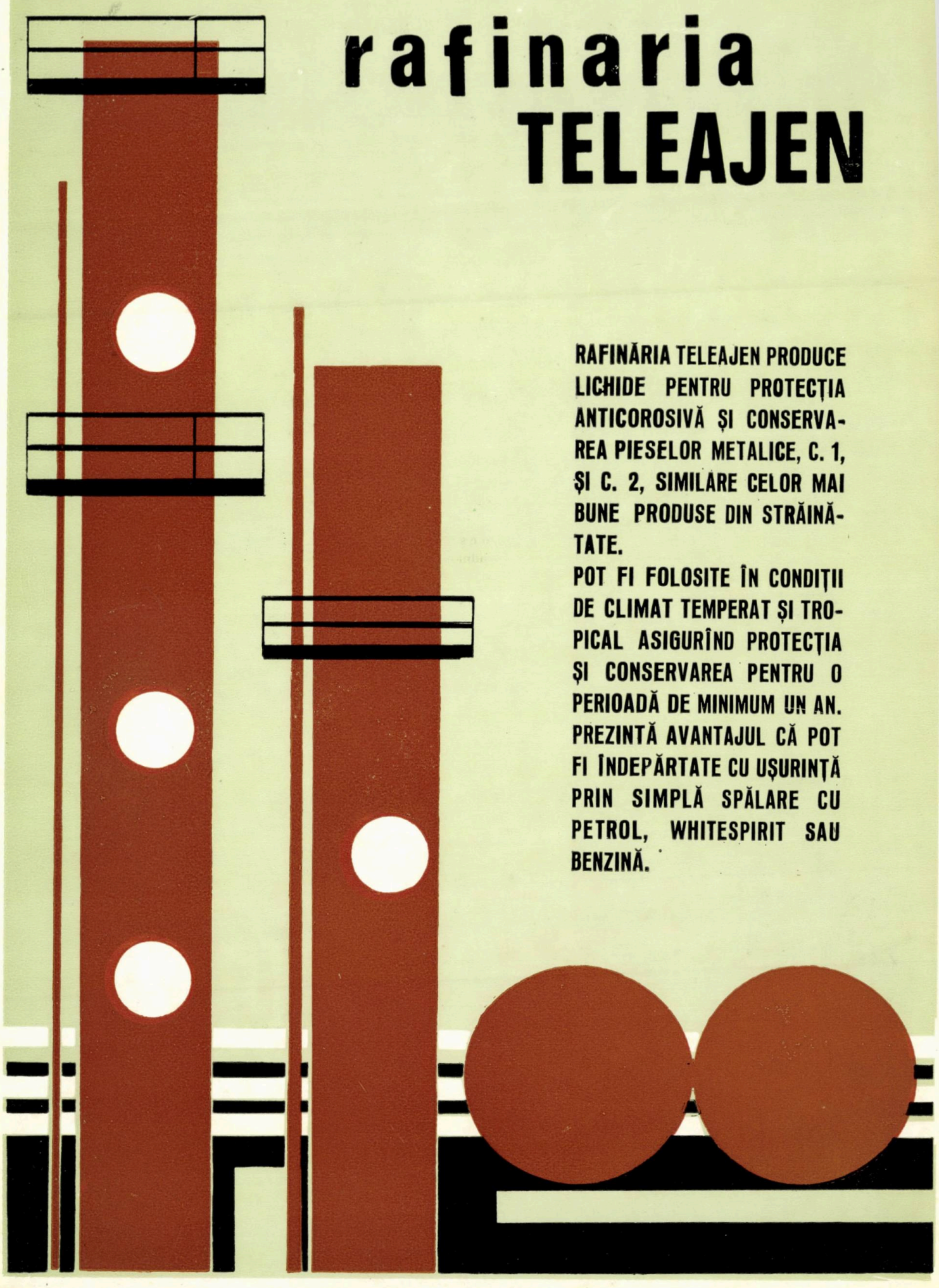


E 1445
04

MAI 1970
Vol. 21 p. 257—320
BUCUREȘTI
ROMÂNIA
5

PETROL ȘI GAZE

rafinaria TELEAJEN



RAFINĂRIA TELEAJEN PRODUCE LICHIDE PENTRU PROTECȚIA ANTICOROSIVĂ ȘI CONSERVAREA PIESELOR METALICE, C. 1, ȘI C. 2, SIMILARE CELOR MAI BUNE PRODUSE DIN STRĂINĂTATE.

POT FI FOLOSITE ÎN CONDIȚII DE CLIMAT TEMPERAT ȘI TROPICAL ASIGURÎND PROTECȚIA ȘI CONSERVAREA PENTRU O PERIOADĂ DE MINIMUM UN AN. PREZINTĂ AVANTAJUL CĂ POT FI ÎNDEPĂRTATE CU UȘURINȚĂ PRIN SIMPLĂ SPĂLARE CU PETROL, WHITESPIRIT SAU BENZINĂ.

= 1445

VOL. XXI. Nr. 5
mai 1970

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacţia: Bd. N. Bălcescu, 16 • Telefon 16.78.78 • BUCUREŞTI • ROMÂNIA

CUPRINS

I. Bucur: **Unele date privind geologia bazinului Transilvaniei în urma observaţiilor din saliferul Văii Gurghiului** 263—265

D. Milcoveanu: **Interpretarea statistico-matematică şi analiza armonică a prospecţiunilor geofizice. I** 266—273

Gorun Manolescu: **Stadiul actual al problemei stabilităţii găurilor de sondă** 274—280

C. Popescu: **Construcţia curbelor gradientului de presiune după metoda Poettman şi Carpenter** 281—286

A. Şerbănescu, I. Bodiu, A. Chiş şi M. Giura: **Determinarea electrofotocolorimetrică a conţinutului de fier din păcuri şi cocsuri de petrol** 287—291

A. Pavel: **O nouă metodă pentru calculul îmbinărilor prin mandrinare** 292—299

I. Dumitrescu, şi Y. Solomon: **Aplicaţiile calculatoarelor numerice la studiul proceselor de filtraţie din zăcămintele petrolifere** 300—307

Gr. Andreescu şi Caşin Popescu: **Aplicaţii actuale ale răşinilor sintetice consolidate în construcţia de maşini. Orientări noi în calculul rezervoarelor heterotrope** 308—312

CRONICĂ 313

NOTE TEHNICE 313—314

DOCUMENTARE 314—317

SCURTE ŞTIRI 317—318

RECENZII 318—320

Fotografia de pe coperta I reprezintă:
Vedere parţială — Rafinăria Brazi

COMITETUL DE REDACŢIE
Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. GH. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. GH. GEORGESCU, econ. E. MAREŞ, prof. dr. docent ing. G. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. G. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUŞCOIU, ing. N. ROŞCA, ing. N. STOIANOV, ing A. ZBEREA, ing. GH. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ
Redactor
ing. **Aurelia Buricatu**

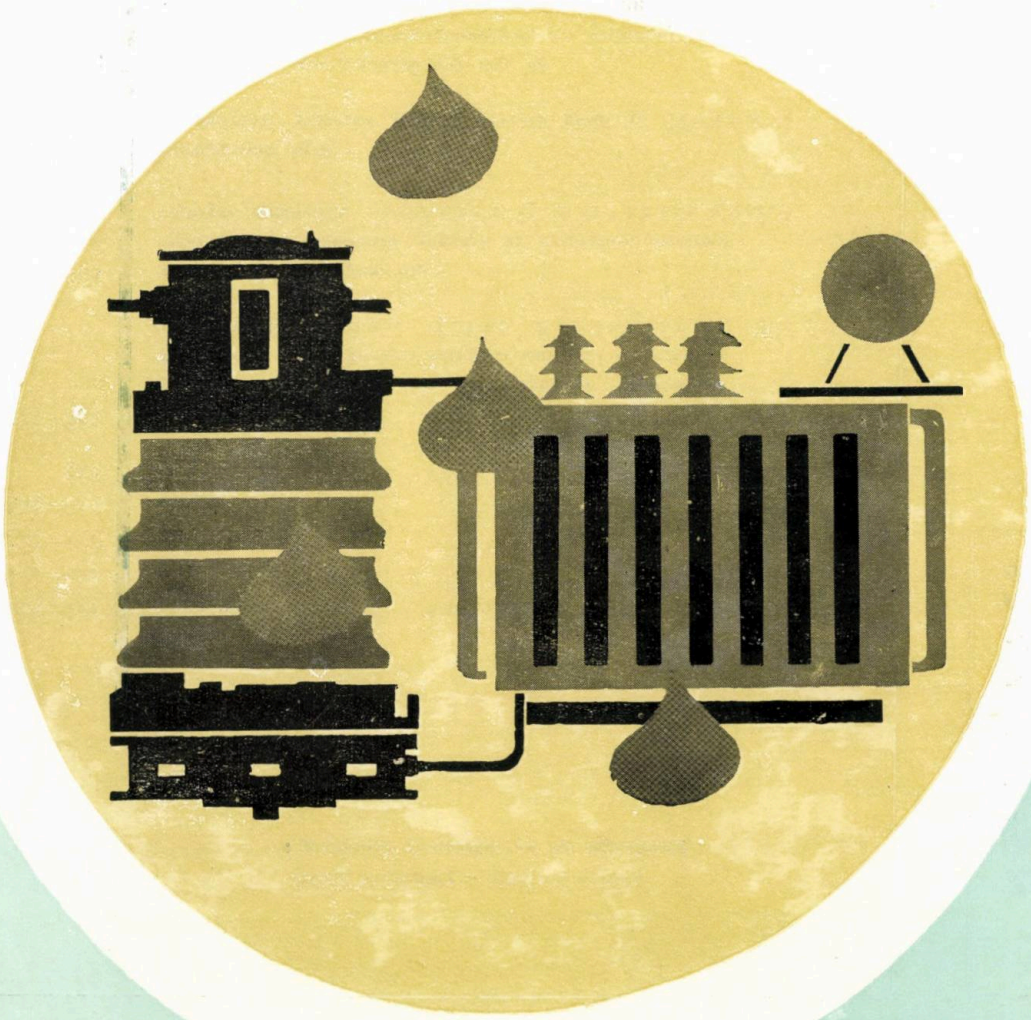
Uleiul pentru transformatori fabricat în România, din ţiţeiuri selecţionate cu procedee moderne, se caracterizează prin proprietăţi, care le conferă o utilizare prelungită, fără formare de gudroane:

- stabilitate la oxidare;
- temperatură de congelare scăzută;
- rigiditate dielectrică;
- tangentă a unghiului de pierderi corespunzătoare.

PECO comercializează pe piaţa internă iar I.S.C.E. PETROLEXPORT pe pieţele externe, uleiul de transformator românesc în specificaţii de calitate conform

BS_{148}, IS_{335}, VDE_{0370}

Livrarea se efectuează în butoaie de 220 l.



СОДЕРЖАНИЕ

И. Букур: **Ряд данных по геологии Трансильванского бассейна в результате наблюдении над соленосностью долины р. Гургиу** 263—265

Д. Милковяну: **Статистико-математическая интерпретация и гармонический анализ геофизических разведок** 266—273

Горун Маноле ску: **Актуальная стадия вопроса стабильности буровых скважин** 274—280

К. Попеску: **Построение кривых градиента давления по методу Ноеттманна и Карпентера** 281—286

А. Шербэнеску, И. Бодиу, А. Киш, М. Джура: **Электрофотоколориметрическое определение содержания железа в нефтяных мазутах и коксах** 287—291

А. Павел: **К вопросу расчёта соединении путём развальцовки** 292—299

И. Думитреску, И. Соломон: **Применение вычислительных машин при изучении фильтрационных процессов из нефтяных месторождении** 300—307

Гр. Андрееску, Кашин Попеску: **Актуальные применения синтетических затвердевших смол в машиностроении** 308—312

И. Букур: **Ряд данных по геологии Трансильванского бассейна в результате наблюдении над соленосностью долины р. Гургиу.**

В работе занимаются геологией долины р. Гургиу в соотношении с большими соседними областями осадочных пород и основными проблемами Трансильванского бассейна. Изучение материала который составляет брекчию соли возраста тортона привело к заключению что он идентичен ряду флишевых отложении из Восточных Карпат. Петрографическое изучение указало на наличие водорослей и призм Иночерамус спец. Полученные данные вместе с другими указанными раньше дали возможностъ заключитъ что в эволюции Трансильванского бассейна различаются 2 периода: первый начинается триасом (возможно и ранее) и продолжается с болъшими осадочными и тектоническими перерывами до гельветического яруса, а второй с тортона до четвертичного, соответствуя фазе наполнения бассейна. Важную ролъ для начала для вскрытия субзиденцы имела эволюция „Трансильванской герцинитовой сушуи" (И. Букур 1960) выплывающая до тортона, которая занимает централъную зону бассейна.

Petrol şi Gaze *21*, 1970, nr. 5. p. 263
Д.К. 553.982(498)

Горун Маноле ску: **Актуальная стадия вопроса стабильности стволов скважин.**

Проблема стабильности стволов скважин была атакована теоретически еще с первых механических работ по породам, которые в настоящее время стали классическими, недавно на нее обратили особое внимание и получили важные результаты как с фундаментальной точки зрения так и с точки зрения их применения. В настоящей статье задались целью провести общий обзор выше указанного вопроса с тем что бы реализовать общий взгляд на актуальную стадию, а с другой стороны наметить возможные пути изучения в отношении применения ряда полученных уже результатов, а также и в отношении будущих теоретических исследовании.

Petrol şi Gaze *21*, 1970, nr. 5. p. 274
Д.К. 622.242.

А. Павел: **К вопросу расчёта соединении путём развальцовки.**

Приводится новый аналитический метод расчёта соединении путём развалъцовки, составленный специально для аппаратов по теплообмену с соединениями путём развальцовки, предназначенных для различных отраслей промышленной деятелъности. После уточнения расчётных гипотез и законов по изменению многовенного контактного давления приступают к определению и интерпретации ряда новых раъётных формул для силы срыва. Впервые решается также вопрос определения путём расчёта глубины развальцовки, формулируя одновременно условие сопротивления соединении путём развальцовки. В конце работы приводится ряд важных заключении для практической работы.

Petrol şi Gaze, *21*, 1960. nr. 5, p. 292
Д.И. 66.045.1.001.24

И. Думитреску, И. Соломон: **Применение вычислительных машин при изучении фильтрационных процессов из нефтяных месторождении.**

Анализ эксплуатации нефтяных месторождении, проектирование и расчёты по предусмотрению поведения этих залежей производятся на основе изучения фильтрационных процессов флюидов из залежи через пористую среду коллекторных пород. В работе предлагается процесс численного симулирования, основанный на решении при помощи электронных вычислителъных машин основных уровнении протекания флюидов через пористые среды. Определяют модели численного симулирования стационарного фильтрационного процесса в виде ряда уровнении с конечными разницами, которые вычисляют уровнения с частичными производными элиптического типа которые описывают на месте стационарный фильтрационный процесс. Излагается способ численного симулирования который состоит в решении модели с конечными разницами при помощи автоматического вычислителъного счётчика. Приводится пример задачи решенной счётчиком ИБМ 360/30 ф, из вычислительного центра при бухарестском университете (с вычислителъной программой, данными вопроса и результатами численного симулирования)

Petrol şi Gaze, *21*, 1970, nr. 5 p. 300
Д.К. 553.982:681.142—523.8

CONTENTS

I. Bucur: **Some data concerning the geology of the Transylvanian Basin following observations in the Saliferous of the Gurghiu Valley** 263—265

D. Milcoveanu: **The statistical-mathematical interpretation and the harmonic analysis of geophysical prospections.** 266—273

Gorun Manolescu: **The present stage of the borehole stability problem** 274—280

C. Popescu: **Working out the pressure gradient curves after the method of Poettmann and Carpenter.** 281—286

A. Şerbănescu, I. Bodiu, A. Chiş, M. Giura: **The electrophotocolorimetric determination of the iron content form fuel oils and oil cokes.** 287—291

A. Pavel: **Contributions to the calculus of joinings by tube-expanding.** 292—299

I. Dumitrescu, Y. Solomon: **The applications of digital computers in the study of filtration processes in oilfields.** 300—307

Gr. Andreescu, Caşin Popescu: **The present applications of consolid synthetic resins in mechanical engineering.** 308—312

I. Bucur: **Some data concerning the geology of the Transylvanian Basin following observations in the Saliferous of the Gurghiu Valley.**

The paper deals with the geology of the Gurghiu Valley in relation with the great neighbouring sedimentation fields and with some major structural problems of the Transylvanian Basin.

By studying the material which composes the breccia of the Tortonian-old salt it was found that this material is analogous to some deposits from the Oriental Carpathian flysh.

The petrographic study revealed in these deposits the presence of algae and Inoceramus sp. prisms.

The present data together with previous ones supplied by the authors allowed to conclude that two periods are to be distinguished in the evolution of the Transylvanian Basin; the first one begins with the Triasic (and probably before) and continues with numerous sedimentary and tectonic discontinuities up to the Helvetian, whereas the second begins with Tortonian and lasts until the Quaternary corresponding to the Basin filling stage (molasse). An important part in producing the subsidence was that of the evolution of the ,,Hercinic Transylvanian Shore'' (I. Bucur, 1960), emerged up to the Tortonian which occupied a central zone in the Basin.

Petrol şi Gaze, *21*, 1970, nr. 5, p. 263

D.C. 553.982(498)

Gorun Manolescu: **The present stage of the borehole stability problem**

The borehole stability problem has been theoretically tackled since the first works on rock mechanics, which are now classical, but particular emphasis has been placed more recently. Some importants results have been obtained from both the fundamental and applicative viewpoints.

The aim of the present paper is to briefly outline the mentioned problem in order to have a general view of the present stage and to suggest some possible ways of applying the aleardy obtained results and continuing the theoretical researches.

Petrol şi Gaze, *21*, 1970, nr. 5, p. 274

D.C. 622.242

A. Pavel: **Contributions to the calculus of joinings by tube-expanding**

The description is given of a new analytical method for calculating the joinings by tube-expanding worked out specially for the case of heat-exchange apparatus with joinings by tube-expanding intended to the different branches of industrial activities.

After precizing the calculus hypotheses and the variation law of the instantaneous contact pressure, one proceeds to establishing and interpreting some new calculus formulas for the pulling strength. The problem is also solved for the first time of determining by calculus the tube-expanding, depth, formulating at the same time the resistance condition of joining by tube expanding. Some conclusions important for the practical activity are given in the final part of the paper.

Petrol şi Gaze *21*, 1970, nr. 5, p. 292

D.C. 66.045.1.001.24

I. Dumitrescu, Y. Solomon **The applications of digital computers in the study of filtration processes in oilfields.**

The analysis of oilfield exploitation, the designing and the forecast calculus of the behaviour of these fields are based on the study of the fluid filtration processes form the field through the porous medium of the collecting rocks. A numerical simulation process based on the solution by means of electronic computers of the fundamental equations of fluid flowing through porous media is suggested.

The numerical simulation models of the stationary filtration process are determined in form of some equations with finished differences approximating the equations with partial derivates of ellyptical order which describe locally the stationary filtration process.

A numerical simulation method consisting in the solution of the model with finished differences by means of an automatic digital computer is explained.

A problem solved by means of an IBM 360/30F computer from the Calculus Center of the Bucharest University is given by way of illustration (with calculus programme, data of problem and results of numerical simulation).

Petrol şi Gaze, *21*, 1970, nr. 5, p. 300

D.C. 553.982:681.142—523.8

INHALT

I. Bucur: **Einige Daten in bezug auf die Geologie des Transsilvanischen Beckens auf Grund der Beobachtungen im Salzlager des Gurghiului-Tals** 263–265

D. Milcoveanu: **Statistisch-mathematische Auswertung und harmonische Analyse der geophysikalischen Lagerstättenforschungen.** 266–273

Gorun Manolescu: **Gegenwärtiger Stand des Problems der Bohrlochstabilität** 274–280

C. Popescu: **Die Zeichnung der Kurven des Druckgradienten nach der Methode Poettman und Carpenter** 231–236

A. Şerbănescu, I. Bodiu, A. Chiş, M. Giura: **Elektrophotokolorimetrische Bestimmung des Eisengehalts in Heizöl und Petroleumkoks.** 287–291

A. Pavel: **Beiträge zur Berechnung der Verbindungen durch Einwalzen.** 292–299

I. Dumitrescu, Y. Solomon: **Anwendung der nummerischen Rechner bei der Untersuchung des Filtrationsprozesses in Erdöllagerstätten.** 300–307

Gr. Andreescu, Caşin Popescu: **Gegenwärtige Anwendungen der verfestigten Kunstharze im Maschinenbau** 308–312

I. Bucur: **Einige Daten in bezug auf die Geologie des Transsilvanischen Beckens auf Grund der Beobachtungen im Salzlager des Gurghiului-Tals.**

Im Aufsatz werden die Geologie des Gurghiului-Tals in Verbindung mit den grossen benachbarten Sedimentationsbereichen sowie strukturelle Hauptprobleme des Transsilvanischen Beckens behandelt.

Die Untersuchung des Gesteins, das die Brekzie des Salzes tortonianischen Alters darstellt, führte zur Schlussfolgerung, dass eine Ähnlichkeit mit den Flyschvorkommen in den Ostkarpaten besteht.

Petrographische Studien wiesen in diesen Lagerstätten das Vorhandensein von Algen und Prismen des Inoceramus sp nach.

Die neuen, wie auch die in vorangehenden Arbeiten dargelegten Daten lassen darauf schliessen, dass in der Entwicklung des Transsilvanischen Bekkens zwei Perioden vorhanden sind: die erste beginnt im Trias (möglicherweise noch früher) und dauert mit zahlreichen sedimentären und tektonischen Diskontinuitäten bis ins Helvetian. Die zweite beginnt im Torton und dauert bis in das Quartär, entsprechend der Füllungsphase des Beckens. Eine wichtige Rolle in der Auslösung des Senkungsvorgangs spielte die Entwicklung des Hercinischen Transsilvanischen (I. Bucur 1960) Festlandes, das bis ins Torton aufgetaucht ist und die zentrale Zone des Beckens umfasste.

Petrol şi Gaze, *21*, 1970, nr. 5, p. 263
D.K. 553.982(498)

Gorun Manolescu: **Gegenwärtiger Stand des Problems der der Bohrlochstabilität**

Das Problem der Stabilität der Bohrlöcher wurde in theoretischer Weise bereits in den ersten Arbeiten über Gesteinsmechanik behandelt, doch wurde erst in letzter Zeit diesem Problem ein besonders Gewicht beigelegt und bedeutendere Ergebnisse in der Grund- und Nutzforschung erzielt.

Der Verfasser versucht einen Überblick über dieses Problem zu bieten, um einerseits ein allgemeines Bild des gegenwärtigen Standes zu erhalten und anderer seits gewisse Wege zu umreissen, die in Richtung einer Anwendung der bereits erzielten Ergebnisse und nachträglicher theoretischer Forschungen führen.

Petrol şi Gaze, *21*, 1970, nr. 5, p. 274
D.K. 622.242.

A. Pavel: **Beiträge zur Berechnung der Verbindungen durch Einwalzung**

Es wird ein neues analytisches Verfahren für die Berechnung der Einwalzverbindungen dargelegt, das in besonderer Weise für den Fall von Wärmeaustauschern mit Einwalzverbindungen in verschiedenen Zweigen der Industrietätigkeit entwickelt wurde.

Nach einer Darlegung der Berechnungshypothesen und der Gesetze für die Variation des momentanen Kontaktdrucks werden neue Berechnungsformeln für die Ausreisskräfte festgelegt und interpretiert. Desgleichen wird auch zum ersten Mal das Problem der rechnerischen Bestimmung der Einwalztiefe gelöst und gleichzeitig die Festigkeitsbedingungen der Einwalzverbindungen festgelegt. Abschliessend werden eine Reihe von wichtigen Schlussfolgerungen für die praktische Tätigkeit dargelegt.

Petrol şi Gaze, *21*, 1970, nr. 5, p. 292
D.K. 66,045.1.001.24

I. Dumitrescu, Y. Solomon: **Anwendung der nummerischen Rechner bei der Untersuchung des Filtrationsprozesses in Erdöllagerstätten**

Eine Analyse der Ausbeutung von Erdöllagerstätten, Entwurf und Voranschlagsberechnungen des Verhaltens dieser Lagerstätten erfolgt auf Grund einer Untersuchung der Filtrationsprozesse der Fluide in der Lagerstätte durch die porösen Abschnitte des Speichergesteins. Die Verfasser schlagen ein Verfahren der nummerischen Simulation vor, das auf der Lösung der Hauptgleichungen für den Abfluss der Fluide durch poröse Medien mit Hilfe elektronischer Rechner beruht.

Es wurden die Modelle der nummerischen Simulation des stationären Filtrationsprozesses, in Form von Gleichungen mit Enddifferenzen bestimmt. Diese näheren sich den Gleichungen mit Teilderivaten, elliptischen Typs die den stationären Filtrationsprozess lokal umschreiben.

Es wird ein Verfahren der nummerischen Simulation dergelegt, das darin besteht, das Modell mit Enddifferenzen mit Hilfe eines nummerischen Automatrechners zu lösen.

An Hand eines Beispiels wird die Berechnung eines Problems dargelegt, das mit einem Rechner IBM 360/30F beim Rechnungszentrum der Bukarester Universität gelöst wurde (mit Rechnungsprogramm, Daten des Problems und den Ergebnissen der nummerischen Simulation).

Petrol şi Gaze *21*, 1970, nr. 5, p. 300
D.K. 553.982:681.142–523.8

SOMMAIRE

I. Bucur: **Certaines données concernant la géologie du Bassin de Transylvanie à la suite des observations effectuées sur le Salifère de la Vallée du Gurghiu** 263—265

D. Milcoveanu: **L'interprétation statistico-mathématique et l'analyse harmonique des prospections géophysiques.** 266—273

Gorun Manolescu: **Le stade actuel du problème de la stabilité des trous de sonde** 274—280

C. Popescu: **La construction des courbes du gradient de pression suivant la méthode Poettmann et Carpenter.** 281—286

A. Şerbănescu, I. Bodiu, A. Chiş, M. Giura: **La détermination électrophotocolorimétrique de la teneur en fer des mazouts et cokes de pétrole.** 287—291

A. Pavel: **Contributions au calcul des assemblages par mandrinage.** 292—299

I. Dumitrescu, Y. Solomon: **Les applications des calculateurs numériques à l'étude des processus de filtration des gisements pétroliers** 300—307

Gr. Andreescu, Caşin Popescu: **Applications actuelles des résines synthétiques consolides dans la construction de machines.** 308—312

I. Bucur: **Certaines données concernant la géologie du Bassin de Transylvanie à la suite des observations effectuées sur la Salifère de le Vallée du Gurghiu**

L'article discute la géologie de la Vallée du Gurghiu en relation avec les grands domaines de sédimentation avoisinants, ainsi que les problèmes structuraux majeurs du Bassin de Transylvanie.

L'étude du matériel qui compose la brèche du sel a révélé qu'il était analogue à certains dépôts du flysch des Carpates Orientales.

L'étude pétrographique a indiqué la présence dans ces dépôts d'algues et de prismes d'Inoceramus sp.

Les données obtenues par ces études de même que d'autres fournies antérieurement ont permis de conclure que deux périodes sont à distinguer dans l'évolution du Bassin de Transylvanie: la première commence par le Triasique (et probablement avant) et se poursuit par de nombreuses discontinuités sédimentaires et tectoniques jusqu'au Helvétien, et la deuxième commençant par le Tortonien va jusqu'au Quaternaire, ce qui correspond à la phase de remplissage du Bassin (molasse). Un rôle important dans le déclenchement de la subsidence a été joué par l'évolution de la „Terre Transylvanie Hercinique" (I. Bucur, 1960), émergée jusqu'au Tortonien, qui occupe une zone centrale dans le Bassin.

Petrol şi Gaze, *21*, 1970, nr. 5, p. 263

C.D. 553.982(498)

Gorun Manolescu: **Le stade actuel du problème de la stabilité des trous de sonde**

Le problème de la stabilité des trous de sonde a été théoriquement abordé dès les premiers travaux sur la méchanique des roches, devenus aujourd'hui classiques, mais un accent particulier a été mis récemment lorsque des résultats importants ont été obtenus autant sous l'aspect fondamental que sous celui applicatif.

Le présent article se propose de réaliser un bref tour d'horizon du problème mentionné, en vue de réaliser d'une part un apreçu du stade actuel et 'autre part d'esquisser quelques voies à suivire pour appliquer des résultats déjà obtenus et poursuivre les recherches théoriques.

Petrol şi Gaze, *21*, 1970, nr. 5, p. 274

C.D. 622.242.

A. Pavel: **Contributions au calcul des assemblages par mandrinage**

On présente une nouvelle méthode analytique de calcul pour les assemblages par mandrinage, élaborée spécialement pour le cas des appareils d'échange de chaleur aux assemblages de ce type, destinés aux différentes branches de l'activité industrielle.

Après avoir précisé les hypothèses de calcul et les lois de variation de la pression instantanée de contact, on procède à l'établissement et à l'interprétation de quelques nouvelles formules de calcul pour la force d'arrachage. On résout aussi, pour la première fois, le problème de la détermination par calcul de la profondeur de mandrinage, en formulant, en même temps, la condition de résistance des assemblages par mandrinage. La partie finale de l'article contient une série de conclusions importantes pour l'activité pratique.

Petrol şi Gaze *21*, 1970, nr. 5 p. 292

C.D. 66.045.1.001.24

I. Dumitrescu, Y. Solomon: **Les applications des calculateurs numériques à l'étude des processus de filtration des gisements pétroliers**

L'analyse de l'exploitation des gisements pétroliers, la projection et les calculs ayant pour but de prévoir le comportement de ces gisements s'effectue sur la base de l'étude des processus de filtration des fluides du gisement par le milieu poreux des roches collectrices. On propose un procédé de simulation numérique basé sur la solution à l'aide des calculateurs électroniques des équations fondamentales de l'écoulement des fluides à travers les milieux poreux.

On détermine les modèles de simulation numérique du processus de filtration stationnaire sous la forme d'équations aux différences finies, approximation des équations aux dérivés partiels du type ellyptique qui décrivent localement le processus de filtration stationnaire.

On expose un procédé de simulation numérique qui consiste à résoudre le modèle aux différences finies à l'aide d'un calculateur numérique automatique.

On présente un exemple de problème résolu à l'aide d'un calculateur IBM 360/30F du Centre de calcul de l'Université de Bucarest (y compris le programme de calcul, les données du problème et les résultats de la simulation numérique).

Petrol şi Gaze *21*, 1970, nr. 5 p. 300

C.D. 553.982:681.142—523.8

Unele date privind geologia bazinului Transilvaniei în urma observaţiilor din saliferul Văii Gurghiului

I. Bucur

Problema formaţiunii cu sare din depresiunea Transilvaniei a fost abordată încă înainte de anul 1900.

Acumularea de date, ca şi rezolvarea pe plan regional a unor fenomene similare, au permis geologilor, în deceniul al treilea al secolului nostru, să abordeze rezolvarea acestei probleme cît mai aproape de realitate, prin aplicarea principiului diapirismului.

Pentru Transilvania, aceasta s-a realizat pentru prima dată prin L. Mrazec şi E. Jekelius (1927), care au adus precizări în legătură cu stilul tectonic şi cu poziţia acestei provincii în cadrul structural carpatic.

Plecînd de la jaloanele geologice trasate de înaintaşi, cercetările ulterioare, prin detalizările efectuate, au întregit imaginea geologică, astfel încît astăzi se poate afirma că ne găsim în faza în care problema saliferului transilvan începe să se contureze cît mai aproape de realitate.

Pe linia acestor ultime preocupări se înscriu şi rezultatele care constituie obiectul prezentului articol.

Date stratigrafice sumare

Faţă de lucrările anterioare, imaginea geologică prezentată acum în acest cadru poate fi caracterizată ca fiind întrutotul nouă. Afirmaţia se bazează pe faptul că, anterior lucrării de faţă, în zonă erau separate depozite tortoniene, sarmaţiene, pliocene şi neoerupţiuni.

În urma cercetărilor efectuate de autori, în zona la care ne referim s-au evidenţiat următoarele depozite :

Tortonianul este alcătuit din depozitele saliferului (asupra căruia vom reveni mai departe) şi din orizontul nisipos de la partea superioară a cărui componenţă microfaunistică atestă vîrsta tortonian medie—superioară.

Buglovianul se dezvoltă în facies marnos, cu rare intercalaţii de nisipuri, cu niveluri nisipoase şi gresii în plăci. Formele de *Ervilia sp.* şi de *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob 100 exemplare) atestă vîrsta buglovian ă a acestor depozite.

Sarmaţianul este alcătuit din marne, nisipuri şi conglomerate, în care se întîlnesc destul de frecvent formele de *Cerithium sp.*, *Mactra sp.* şi *Tapes sp.* Menţionăm că elementele de microfaună caracteristice ca : *Sphaeridia papillata*, *Heron Allen şi Earland*, atestă prezenţa volhinian—bessarabianului.

Pliocenul este reprezentat prin Meoţian şi Ponţian, ambii termeni avînd caracter transgresiv. Meoţianul, alcătuit din marne cu destul de frecvente nisipuri, este atestat de următoarele elemente de microfaună :

Caspiocypris. aff. filona (*Liv.*)
Lineocypris. trapezoidea Zal.
Erpetocypris abscissa Reuss
Cyprideis heterostigma sublitoralis Pok.
Caspiolla balkanica (*Zal*)
Caspiolla lieventali (*Arlachova*)
Candona (*Lineocypris cf. hodonenis Pok*
Pontocypris cf. declivis Müller
Hemicythere

Ponţianul este alcătuit din marne şi din nisipuri cu o componenţă macrofaunistică formată din *Congerii*, *Cardiacee* şi *Planorbide*.

Datele geologice prezentate în acest cadru sumar permit formarea unei imagini informative despre zona saliferului din valea Gurghiului, care prezintă relaţii structurale destul de complicate şi afectate de accidente rupturale.

Consideraţii despre aflorimentele saliferului

Poziţia acestei formaţiuni este acum bine precizată atît în zona noastră cît şi în întregul bazin transilvan, ea plasîndu-se în partea inferioară a tortonianului.

Trebuie precizat însă faptul că, în foarte multe locuri din bazin, baza tortonianului este dată de complexul tufului verde de Dej care uneori însumează circa 60 m grosime (la nord de Bistriţa).

De asemenea, nu este exclusă posibilitatea ca Tortonianul să debuteze nu prin tuful dacitic verde, ci prin conglomerate, a căror poziţie nu este încă precizată (Arpaş, Dej, Mintiu, nord Beclean etc.).

Revenind la formaţiunea cu sare sau la „ brecia sării", aşa cum este denumită în mod obişnuit, menţionăm că, litologic, ea este con-

stituită dintr-o matrice marnoasă nisipoasă, în general cenușie, în care se întîlnesc frecvent diferite tipuri de roci. În afară de aflorimentele de sare pură, sînt frecvente elemente de șisturi cristaline rulate sau angulare, cu preponderența cuarțului alb și cenușiu. Alături de acestea se întîlnesc roci de origine sedimentară, așa cum sînt gresiile și calcarele.

Merită a fi reținut faptul că în două aflorimente apar marne și marno-calcare cărămizii-roșietice, cu pete albe sau verzui, și gresii grosiere, care amintesc de depozitele senoniene din flișul Carpaților Orientali.

Un studiu petrografic executat cu acest material aduce o serie de informații interesante. Astfel, studiul unui microconglomerat a indicat prezența șisturilor cristaline, a rocilor bazice (diabaze), a șisturilor verzi cloritoase, a accidentelor silicioase, a calcarului criptocristalin și a destul de numeroase prisme de *Inocerami*.

S-au mai întîlnit roci de tip grauwache, calcare microdolomitice, silicolite cu anhidrit sub formă de cuiburi, sau calcedonie.

Semnalăm, de asemenea, prezența unor thaluri de alge și a spiculilor de spongieri, într-un eșantion de calcar granulos (criptocristalin).

Toate acestea constituie indicații prețioase despre apartenența materialului existent în această formațiune.

Desigur nu este exclusă posibilitatea ca o parte din acest material de tip „fliș" indiscutabil să fi fost reluat de sare în mișcarea sa ascensională din neogenul superior acoperitor. Dar, în același timp, nu este exclusă nici ipoteza ca zonele emerse de unde el a fost adus în fază inițială de curenți marini să se fi aflat foarte aproape de marginile bazinului molasic transilvan. Este posibil ca variatele tipuri de neoerupțiuni ale lanțului muntos Harghita-Călimani să le acopere în prezent.

Rămînînd în cadrul aceleiași idei și ținînd seamă de faptul că forajele de adîncime din diverse puncte ale depresiunii au întîlnit depozite mezozoice foarte groase, de exemplu, la vest de Tg. Mureș. Se poate admite ideea că materialul întîlnit în formațiunea cu sare amintită a fost transportat nu numai din orogenul înconjurător bazinului, ci chiar din interiorul său, din zone ca cele citate anterior.

Această ipoteză nu este nouă. Ea a fost formulată pentru prima dată de autorul prezentului articol încă din 1960 [1] și concretizată în detaliu în 1968 [2]. În esență, concluziile desprinse se axează pe ideea că în evoluția bazinului transilvan se disting două perioade și anume: prima, care începe din permo-carbonifer și ține pînă în mediteranianul inferior, cu mari întreruperi în sedimentarea unor stive de tip fliș, și o a doua, care începe cu neogenul superior și ține pînă în cuaternar, care ar corespunde cu faza molasică a domeniului de sedimentare sub imperiul subsidenței.

De altfel H. Böckh, în 1911, ajungea la concluzia că bazinul Transilvaniei, în accepțiunea obișnuită, s-a format pe resturile unui vechi geosinclinal. Ideea existenței unui geosinclinal în bazinul transilvan este după părerea noastră impropie. Dar dacă se admite

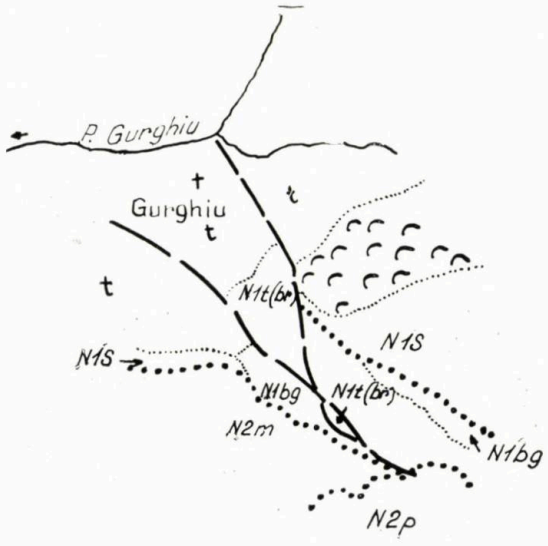


Fig. 1. I. Bucur, R. Botez, T. Popescu. Schița geologică a regiunii sud Gurghiu:
1 – pornituri; *t* – terasa; N_{2p} – Pontian; N_{2m} – Meotian; N_{1s} – Sarmațian; N_{1bg} – Buglovian; $N_{1t(n)}$ – Tortonian nisipos.

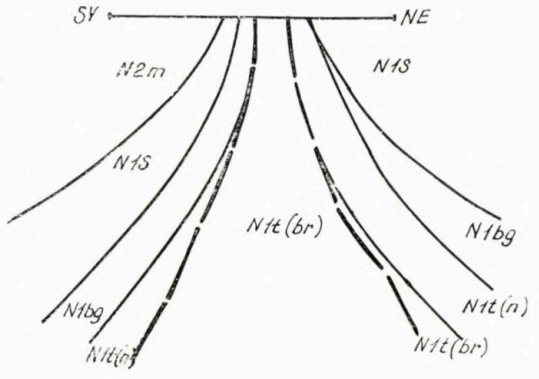


Fig. 2. Secțiune geologică prin regiunea sud Gurghiu: N_{2m} – Meotian; N_{1s} – Sarmațian; N_{1bg} – Buglovian; N_{1t} – Tortonian; $N_{1t(n)}$ – Tortonian nisipos; $N_{1t(br)}$ – Tortonian brecii.

că în anumite perioade a existat o interdependență cu domeniile paleogeologice învecinate, se poate găsi cheia rezolvării multor probleme încă în suspensie.

Foto: I. Bucur

Fig. 3. Brecia cu sare din valea Gurghiului — Orşova.

Foto: I. Bucur

Fig. 4. Elemente litologice heterogene în brecia sării din Valea Gurghiu-Orşova.

În aceeaşi ordine logică putem trage concluzia că marile domenii marine de sedimentare alpino-carpatice s-au instalat în diverse perioade de timp şi în bazinul Transilvaniei. Astfel ideea lansată de Böckh poate fi apreciată altfel decît o simplă speculaţie geologică.

În încheierea acestor consideraţii trebuie arătat faptul că în evoluţia bazinului transilvan din a doua perioadă un rol foarte important l-a jucat o zonă plasată în centrul său geografic alcătuită din şisturi cristaline şi, probabil, din depozite mezozoice subţiri care, în timpul primei perioade, a fost în mare parte uscat. Aceasta a fost denumită de noi în 1960 „uscatul transilvan" şi a constituit factorul determinant în declanşarea fenomenului de subsidenţă, prin mişcarea sa negativă, permiţînd acumularea unui neogen superior foarte gros.

Revenind la formaţiunea cu sare, trebuie amintit faptul că ea s-a manifestat diapir faţă de sedimentarul sarmato-pliocen, marcînd chiar o deplasare pe direcţia nord-est, sud-vest şi determinînd fenomene de subîmpingere şi de deplasare a zonelor axiale ale cutelor anticlinale faţă de verticală. Acest fenomen nu poate fi caracterizat ca un caz singular, întrucît cercetările seismometrice au arătat în toate cazurile întîlnite fenomene similare.

BIBLIOGRAFIE

1. Bucur, I. Sintetizarea preliminară a rezultatelor geologice în depresiunea Transilvaniei. Arhiva I.P.G.G. şi Min. Petrolului, Bucureşti, 1960.
2. Bucur, I. şi Muntz, K.: Cercetări geologice în regiunea Reghin-Sovata. Arhiva I.P.G.G.-Min. Petrolului, Bucureşti, 1957.
3. Bucur, I.: Cercetări geologice în regiunea Saschiz-Lueta — Rupea. Arhiva I.P.G.G. — Min. Petrolului, Bucureşti, 1958.
4. Bucur, I. şi Gräf, I.: Cercetări geologice în regiunea Sibiu — Seica Mare-Avrig-Ilimbov, Arhiva I.P.G.G. — — Min. Petrolului, Bucureşti, 1959.
5. Bucur, I. Cercetări geologice în regiunea Alba Iulia — Aiud — Blaj. Arhiva I.P.G.G. — Min. Petrolului, Bucureşti, 1960.
6. Bucur, I.: Notă geologică asupra calcarului de la vest de Mereşti. În: Petrol şi gaze, nr. 2, Bucureşti, 1964.
7. Bucur, I.: Asupra prezenţei mediteranianului inferior în zona Sebeşul de Sus. D.d.s. **LV/1** (1964, 1965), Bucureşti, 1966.
8. Bucur, I.: Cercetări geologice în bazinul Homorodului. În: Petrol şi gaze, nr. 8, Bucureşti, 1965.
9. Bucur, I.: Date faunistice în cretacicul superior dintre Tăuţi şi Vîntul de Jos. În: Petrol şi gaze, nr. 11—12, Bucureşti, 1965.
10. Bucur, I.: Cercetări geologice în regiunea Bucerdea-Gîrbova. În: Petrol şi gaze, nr. 11, Bucureşti, 1967.
11. Bucur, I.: Cercetări geologice în regiunea Blaj. În: Petrol şi gaze, nr. 1, Bucureşti, 1968.
12. Bucur, I.: Consideraţii privind ansamblul de adîncime din depresiunea Transilvaniei. Comunicare Com. Geol. şedinţa din 16. II. 1968, Bucureşti, D.d.s. **LV.**
13. Böckh, H.: Über die erdgasführenden antiklinalzüge des Siebenb. Beckens, Budapest, 1911.
14. Kock, A.: Die Tertiär-bildungen des Beckens der Siebenburg. Landesteile. Budapest, 1900.
15. Mrazec, L. şi Jekelius, E.: Aperçu sur la structure du bassin néogène de Transylvanie et sur ses gisemnets de gaz. Guide des excursions, Bucureşti, 1927.
16. Pátruţ, I. şi Paraschiv, D.: Contributions to the Study of the Pretortonian in the Transylvanian Depression. Karpato-Balkanska Geoloska, Asociasacija — Belgrad, 1967.
17. Vancea, A.: Neogenul din bazinul Transilvaniei. Ed. Academiei R. P. R., Bucureşti, 1960.
18. Vancea, A.: Depots mesozoique et paleogenes dans la cuvette de Transylvanie. În: Rev. Roum. de Geol. Geof. et Geographie, **12**, nr. 1, Bucureşti, 1968.

Interpretarea statistico-matematică şi analiza armonică a prospecţiunilor geofizice. I

D. Milcoveanu

Interpretarea măsurărilor de teren referitoare la prospecţiunile gravimetrice, magnetice, radiometrice, geochimice etc. afectate de perturbaţii avînd cele mai variate cauze şi ca atare, deformate, este foarte dificilă, dacă nu există metode şi mijloace obiective de analiză.

Tehnica interpretării prospecţiunilor geofizice este pe cale de a împrumuta o întreagă gamă de metode de analiză ce fac parte din arsenalul teoriei comunicaţiilor şi a radiotehnicii. Se încearcă în acest fel să se amelioreze puterea de rezoluţie a tehnicii interpretării problemelor geologice ridicate de prospecţiunile geofizice.

Aşa cum s-a mai arătat [5] metodele statistico-matematice şi analiza armonică sînt din ce în ce mai utilizate în toată lumea, pentru rezolvarea problemelor complexe ridicate de interpretarea prospecţiunilor geofizice.

Considerăm ca foarte utilă introducerea acestor metode moderne de investigaţie în practica interpretării prospecţiunilor geofizice din ţara noastră.

Principalele avantaje ale metodelor statistico-matematice şi armonice de interpretare a prospecţiunilor geofizice sînt următoarele:

— Aparatul matematic fiind acelaşi cu cel utilizat în teoria comunicaţiilor şi în radiotehnică (deosebirea constă doar în faptul că într-un caz frecvenţele sînt măsurate în cicli pe unitatea de timp, iar în celălalt caz în cicli pe unitatea de lungime), nu este necesară decît o sortare şi o adaptare a materialului teoretic existent, în vederea utilizării lui practice la interpretarea prospecţiunilor geofizice.

— Se poate realiza o abordare mai directă, pe noi baze probabilistice cu mai multe posibilităţi, a operaţiilor de interpretare.

— Analiza statistico-matematică şi armonică s-a arătat a fi utilă pentru evaluarea şi, evident pentru eliminarea efectelor perturbante nedorite, ca, de exemplu: erori de măsurare, efecte superficiale, de toate naturile, care nu au putut fi evaluate etc.

— Ecuaţiile care descriu anomaliile geofizice sînt mai simple atunci cînd sînt exprimate în termeni de frecvenţă.

— Adesea rezultatul aplicării operaţiilor de statistică matematică sau de analiză armonică poate fi vizualizat şi interpretat fără nici un calcul suplimentar.

— Aplicarea metodelor statisticii matematice permite să se descopere în haosul observaţiilor (măsurărilor) ordinea sau corelaţia, de unde cunoaşterea obiectivă a anomaliei.

Fazele care trebuie parcurse în cadrul unei analize statistico-matematice şi armonice sînt în general, următoarele:

Se elimină din harta sau din profilul analizat anomaliile mari şi efectele regionale, astfel încît să rămînă exclusiv aspectul aleator al măsurărilor, aspect care nu spune nimic în prima analiză vizuală simplă.

În continuare, se trece de la datele reale înregistrate sau de la domeniul real, variabilă unitatea de lungime, la datele din domeniul frecvenţelor, variabilă cicli pe unitatea de lungime, cu ajutorul formulei de transformare Fourier, adică:

$$F(1) \sqsupset S(\omega).$$

Această operaţie se numeşte analiza procesului şi ea va constitui obiectul prezentului studiu.

Se efectuează diferite calcule care duc la rezolvarea cantitativă sau calitativă, în domeniul frecvenţelor, a problemei puse. Aceste calcule sînt: corelaţii, filtraje, prelungiri analitice, determinări de parametri specifici corpurilor perturbante etc. Prin urmare se efectuează lucrarea propriu-zisă de interpretare:

$$S(\omega) \rightarrow \Phi(\omega).$$

În sfîrşit, într-o ultimă fază se trece din domeniul frecvenţelor înapoi în domeniul real, cu ajutorul formulei de transformare Fourier inverse, adică:

$$\Phi(\omega) \sqsubset f(l)$$

Această operaţie se numeşte sinteza procesului.

INTERVALUL DE PROBARE ŞI NUMĂRUL DE PROBE

Înainte de a trece la un program de lucru care să ne ducă la datele din domeniul frecvenţelor, trebuie selecţionaţi doi parametri fundamentali pentru reuşita analizei:

— intervalul de probare Δl adică distanţa dintre două probe adiacente;

— numărul N de probări.

Noţiunile menţionate pot fi generalizate pentru o analiză în două dimensiuni, cînd se lucrează de-a lungul a două laturi ale unui patrulater.

Intervalul de probe Δl este determinat, în principal, de variaţia cîmpului potenţial. Pentru variaţii bruşte ale acestuia se iau valori Δl mici, iar pentru variaţii lente, valori Δl mai mari. În general, Δl se ia astfel încît pentru o perioadă a variaţiei cîmpului potenţial anormal să existe minimum 10 puncte de sprijin (de calcul) sau, conform altui criteriu, Δl trebuie să acopere o distanţă în care ar intra maximum 4—6 distanţe medii între staţiile de măsurare.

Între intervalul de probare Δl şi numărul de probări N, există relaţia :

$L = N \cdot \Delta l$ respectiv $l = r \cdot \Delta l$ cu $r = 0, 1, 2, \ldots m$,

în care, L este lungimea profilului studiat.

În continuare, frecvenţa măsurată în cicli pe unitatea de lungime este definită de relaţia :

$$\omega = \frac{r\pi}{\alpha} \cdot \frac{\text{cicli}}{\text{distanţă}} \quad (r = 0, 1, 2, \ldots m)$$

în care :

d este o distanţă, de exemplu: $d = 1$ km, şi atunci frecvenţa se va măsura în cicli pe kilometru (cicli/km).

Această mărime va constitui abscisa profilelor mărimilor spectrale care se va calcula şi, în definitiv, reprezintă domeniul frecvenţelor în care vor evolua interpretările.

O dată determinate şi reprezentate grafic mărimile spectrale despre care se va vorbi în această lucrare, se constată posibilitatea identificării unei frecvenţe maxime, ω_{max} acolo unde mărimea spectrală respectivă ia valoarea zero sau aproape zero sau, în sfîrşit, acolo unde aceasta prezintă basculări constante şi de amplitudini foarte reduse.

Condiţia lui Kotelnicov ne permite să verificăm dacă intervalul de probare Δl a fost judicios ales. Ea se exprimă prin relaţia :

$$\Delta l \approx \frac{\pi}{\omega_{max}},$$

de unde posibilitatea efectuării verificării amintite.

Literatura de specialitate (Horton, 1964) recomandă pentru lucrări regionale intervale de probare :

$$\Delta l = 0{,}2 \div 0{,}5 \text{ km}$$

şi un număr de probări ;

$N = 50 \div 500$ pentru profile ;

$N = 500 \div 1\,000$ pentru lucrări în două dimensiuni.

În cadrul unei analize statistico-matematice a cîmpului potenţial, trebuie calculaţi cîţiva parametri statistici. Determinarea acestor parametri este necesară, pe de o parte, pentru stabilirea caracteristicilor principale ale funcţiilor aleatorii cu care avem de-a face, iar, pe de altă parte, aceşti parametri sînt necesari pentru calculul propriu-zis al mărimilor spectrale, care în definitiv, fac obiectul prezentului studiu.

Parametrii statistici despre care este vorba sînt : media ponderală sau speranţa (aşteptarea) matematică, dispersia (varianţa), abaterea medie pătratică (standard), funcţia de autocorelaţie şi mărimea $\sigma^2(r)$.

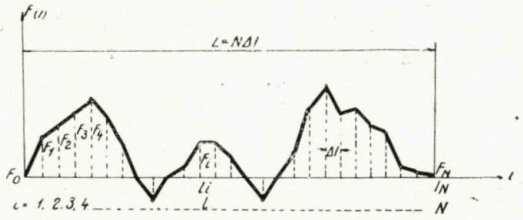


Fig. 1. Funcţia aleatorie înregistrată (măsurată).

Se va prezenta formalismul matematic care duce la valorile acestor parametri statistici.

Pentru acestea se va considera înregistrarea $F(1)$ din figura 1, care este acum probată pe baza intervalului de probare Δl, ales în conformitate cu criteriile expuse anterior.

Parametrii statistici care caracterizează o curbă aleatorie sînt :

MEDIA PONDERATĂ SAU MATEMATICĂ

Speranţa (aşteptarea) matematică sau media ponderată este o anumită funcţie aleatorie medie, în jurul căreia variază înregistrările (probele) concrete ale funcţiei aleatorii studiate. La creşterea numărului de probări, media aritmetică obişnuită devine aproape nealeatorie şi se stabilizează aproape de o valoare constantă, care devine speranţă matematică sau medie ponderată.

Pentru o probare de tip discret (digitalizat), speranţa matematică este dată de suma produselor tuturor valorilor mărimii aleatorii cu probabilităţile corespunzătoare, adică :

$$m_i = \overline{F} = \sum_{i=0}^{N} F_i \frac{N_i}{N},$$

în care :

$\overline{F}$ sau m_i este speranţa matematică sau valoarea mediei ponderate a funcţiei aleatorii F (1) studiate ;

F_i — valorile discrete (digitale) ale funcţiei aleatorii ;

N_i — frecvenţa sau ponderea unei anumite valori a funcţiei F_i ;

$N = \sum_{i=0}^{N} N_i$ — numărul total de probări.

Prin urmare media ponderată sau speranța matematică constituie o medie generală a mărimii aleatorii studiate.

Desfășurată pentru practică, relația precedentă se utilizează sub forma :

$$m_t = \overline{F} = \frac{F_0 + F_i + \ldots + F_N}{N}.$$

Cum, în prealabil, pentru studiul înregistrărilor concrete s-au eliminat (extras) perturbațiile vizibile și efectele regionale, rămîne exclusiv aspectul aleatoriu al perturbațiilor, care la o simplă analiză vizuală nu spune nimic. Rezultă că pentru un număr suficient de mare de probări, valoarea speranței matematice trebuie să se apropie de zero, adică :

$$m_t = \overline{F} = 0,$$

ceea ce este o caracteristică fundamentală a funcțiilor aleatorii staționare.

Pentru obținerea unor rezultate mai semnificative, de multe ori se folosește mărimea :

$$\delta_i = F_i - \overline{F},$$

care reprezintă abaterea valorii înregistrate de la valoarea medie.

DISPERSIA

Dispersia sau variația unei mărimi aleatorii este speranța matematică a pătratului diferențelor, între mărimea aleatorie și speranța matematică. Ea caracterizează dispersia valorilor probabile ale mărimii aleatorii în jurul valorii ei medii și se calculează cu una din formulele :

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N} [F_i - \overline{F}]^2 N_i$$

sau:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \left\{ \sum_{i=0}^{N} F_i^2 - \frac{1}{N} \left[\sum_{i=0}^{N} F_i \right]^2 \right\},$$

în care simbolurile au semnificația dată anterior.

Dispersia caracterizează lățimea zonei de răspîndire a tuturor înregistrărilor (probelor) efectuate asupra funcției aleatorii $F(1)$, în corespondență cu valoarea medie a funcției aleatorii respective.

Avînd înregistrarea din figura 1, calculul dispersiei pe baza relațiilor date se efectuează după cum urmează :

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \{[F_0 - \overline{F}]^2 + [F_1 - \overline{F}]^2 + \ldots + [F_N - \overline{F}]^2\}$$

sau

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \left\{ F_0^2 + F_1^2 + \ldots + F_N^2 - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{N} [F_0 + F_1 + \ldots + F_N]^2 \right\}.$$

Dispersia este o mărime caracteristică a funcțiilor aleatorii, care reprezintă puterea fluctuațiilor, deoarece, în general, valoarea medie este nulă.

Dacă din analiza statistică efectuată rezultă valoarea :

$$\overline{F} \approx \sigma^2,$$

atunci fenomenului respectiv, adică înregistrărilor concrete, i se atribuie legea de distribuție a lui Poisson, care este o lege caracteristică fenomenelor rare.

ABATEREA STANDARD

Abaterea standard sau abaterea medie pătratică este rădăcina pătrată a dispersiei, adică :

$$\sigma = \pm \sqrt{\sigma^2}.$$

O lățime a zonei de anvergură a înregistrărilor concrete $F(1)$ mai mare de niște limite definite de :

$$-3\,\sigma \text{ pînă la } +3\,\sigma$$

este puțin plauzibilă și valorile $(F_i - \overline{F})$ care se plasează în afara acestei zone trebuie eliminate din calcul.

Abaterea standard σ caracterizează precizia estimării valorii medii $\overline{F}$. În general, cu cît abaterea σ este mai mică, cu atît mai corectă este calculată media $\overline{F}$.

FUNCȚIA DE AUTOCORELAȚIE

De obicei, obținerea informațiilor necesare interpretării se face pe baza studiului vizual al profilelor sau al hărților care reprezintă variațiile unor mărimi derivate, de exemplu, din niște cîmpuri potențiale.

Analiza de autocorelație sau de autocovarianță oferă teste mult mai obiective pentru efectuarea unei interpretări ale unor anumite înregistrări. Metoda s-a impus deoarece permite extragerea de informații, chiar atunci cînd anomalia este înecată într-un zgomot care, la o analiză vizuală obișnuită, face ca înregistrările să fie inutilizabile.

Mărime probabilistică, funcția de autocorelație, măsoară relația (corelația) existentă între ordonatele (valorile) funcției aleatorii înregistrate în două puncte diferite ale profilului sau ale suprafeței supuse analizei statistice.

Cu alte cuvinte, funcția de autocorelație a unei înregistrări de-a lungul unui profil este un grafic între acea înregistrare și o traducere în spațiu a ei însăși, ca funcție de spațiu. Prin urmare funcția de corelație se poate construi printr-un proces de trasare grafică a similitudinii între profilul înregistrat și versiunea deplasată în spațiu a lui însuși?

În sfîrșit, funcția de autocorelație a unui profil oarecare înregistrat nu depinde de forma acestui profil, ci de conținutul în frecvențe.

Funcția de autocorelație $C_A(l)$ sau $C_A(r)$, în care $l = r \cdot \Delta l$ reprezintă deplasarea, și are următoarele proprietăți elementare :

— pentru $l = 0$, respectiv $r = 0$, funcția de autocorelație se confundă cu pătratul mediei ponderate $\overline{F}^2$, adică :

$$C_A(0) \equiv \overline{F}^2 ;$$

— funcția de autocorelație este o funcție pară, adică :

$$C_A(l) \equiv C_A(-l) ;$$

— funcția de autocorelație satisface relația importantă :

$$C_A(l) < C_A(o) ;$$

care se deduce pe baza inegalității lui Schwartz ;

— funcția de autocorelație este puțin sensibilă la diferențe sau la deplasări mari între înregistrări, dar este foarte sensibilă la spațiul pe care se întind acestea ;

— dacă pentru $l = r \cdot \Delta l$ tinzînd către infinit, funcția de autocorelație tinde către zero, adică :

$$C_A(r) \to 0 ,$$
$$r \to \infty$$

se spune că funcția de autocorelație este ergodică, ceea ce înseamnă că pe baza ei pot fi determinate caracteristicile esențiale ale înregistrării inițiale;

— dacă pentru $l = r \cdot \Delta l$ tinzînd către infinit, funcția de autocorelație nu tinde către zero, ci către o valoare constantă, adică :

$$C_A(r) \to \text{constantă},$$
$$r \to \infty$$

funcția de autocorelație nu este ergodică, ceea ce înseamnă că înregistrările inițiale nu sînt reprezentative.

Funcțiile de autocorelație pot fi determinate unidimensional, adică pentru un profil, și bidimensional, adică pentru o suprafață. Ele stabilesc lipsa sau prezența unei legături corelative și nu aleatorii între valorile înregistrate, de unde o cunoaștere și o identificare obiectivă a cîmpului potențial studiat.

I. Funcția de autocorelație unidimensională

Formula de definiție a funcției de autocorelație unidimensională este următoarea :

$$C_A(r) = \frac{1}{N-r} \sum_{i=0}^{N-r} F_i \cdot F_{i+r} , \qquad (r = 0,1,2,\ldots m).$$

în care :

$C_A(r)$ notată și $\rho(r)$ sau $K_e(r)$ reprezintă funcția de autocorelație ;

$\Delta l = \frac{L}{N}$ — intervalul de probare stabilit pe baza considerațiilor expuse anterior ;

L — lungimea totală a profilului interpretat ;

N — numărul de măsurări considerate, adică numărul total de probări ; $l = r \cdot \Delta l$, cu $r = 0, 1, 2, 3 \ldots$; m — abscisa punctului de calcul ; (valoarea maximă a lui r se ia astfel încît începînd cu valoarea corespunzătoare a abscisei, adică $l = r \cdot \Delta l$, funcția de autocorelație $C_A(1)$ să devină practic egală cu zero sau să înceapă să efectueze niște oscilații de amplitudine aproape nulă) se recomandă (Blackman și Tukey, 1959) valoarea : $m \leqslant 15\%$ din N (numărul total de probări) ; rezultatele întrebuințării valorilor excesiv de mari pentru m sînt ușor vizibile din rezultatele calculelor, și anume funcția de autocorelație prezintă oscilații cu amplitudini constante și foarte mici ; în exemplele date în literatură (Horton, 1964) se dau valorile : $m = 10 \div 20$;

$F_i \cdot F_{i+r}$ cu $i = 0, 1, 2 \ldots N-r$ sînt valorile probelor (măsurărilor) cîmpului potențial, conform figurii 1.

Dacă valoarea funcției de autocorelație, definită anterior, se împarte cu valoarea acestei funcții, pentru $r = 0$ se obține funcția de autocorelație normală, C_A norm. (r), adică :

$$C_{A,norm.}(r). = \frac{C_A(r)}{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N} F_i^2}$$

Formulele menționate, care definesc funcția de autocorelație, nenormată și normată, sînt valabile numai pentru valori ale parametrului r pozitive. Această restricție poate fi remediată pe baza proprietății cunoscute :

$$C_A(-r) = C_A(+r)$$

și la fel pentru expresia normată.

Este indicat ca, în loc de valorile cîmpurilor potențiale F_i, F_{i+r} din expresiile specificate, să se utilizeze abaterile de la valorile medii $\overline{F}$, calculate pentru toate probările N, adică să

se introducă în relaţiile anterioare valorile : δ_i şi δ_{i+r}, de unde formulele de definiţie :

$$C_A(r) = \frac{1}{N-r}\sum_{i=0}^{N-r} \delta_i \cdot \delta_{i+r}, \text{ respectiv :}$$

$$C_{A,norm.}(r) = \frac{C_A(r)}{\frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} \delta_i^2}.$$

Această corectare îmbunătăţeşte aspectele rezultatelor analizei statistice, făcîndu-le, în general, mai clare.

Pentru calculul unei funcţii de autocorelaţie (autocovariantă) se pot utiliza două sisteme de calcul, care, de fapt, reprezintă traducerea practică a formulei de definiţie a funcţiei de autocorelaţie. Aceste sisteme sînt următoarele :

Sistemul grafo-analitic. Considerînd formula de definiţie a funcţiei de autocorelaţie $C_A(r)$, precum şi profilul din figura 1, şi reprezentînd rezultatul probelor (măsurărilor) unui cîmp potenţial $F(1)$, rezultă că trebuie efectuate următoarele sumări :

$$r = 0\,;\ C_A(0) = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} F_i \cdot F_i = \frac{1}{N}\,[F_0^2 + F_1^2 + \ldots + F_N^2]$$

$$r = 1\,;\ C_A(1) = \frac{1}{N-1}\sum_{i=0}^{N-1} F_i \cdot F_{i+1} = \frac{1}{N-1}\,[F_0F_1 + F_1F_2 + \ldots\ldots + F_{N-1}\cdot F_N]$$

$$r = 2\,;\ C_A(2) = \frac{1}{N-2}\sum_{i=0}^{N-2} F_i \cdot F_{i+2} = \frac{1}{N-2}\,[F_0F_2 + F_1F_3 + \ldots + F_{N-2}\cdot F_N]$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$r = m\,;\ C_A(m) = \frac{1}{N-m}\sum_{i=0}^{N-m} F_i \cdot F_{i+m} = \frac{1}{N-m}\,[F_0F_m + F_1 \cdot F_{1+m} + \ldots + F_{N-m}\cdot F_N].$$

Pentru efectuarea concretă a calculelor se poate construi un tablou. Trebuie menţionat faptul că numărul m reprezintă, după cum s-a menţionat, circa 15% din numărul total N de probări efectuate.

După cum am specificat se pot introduce în calcul abaterile de la valorile medii, adică δ_i şi δ_{i+r} rezultatele fiind îmbunătăţite în acest caz.

Sistemul grafic. În figura 2 este reprezentat schematizat procedeul grafic de lucru pentru un număr scăzut de probări.

Pe baza valorilor extrase din graficele din figura 2 se constituie următoarele sume, de

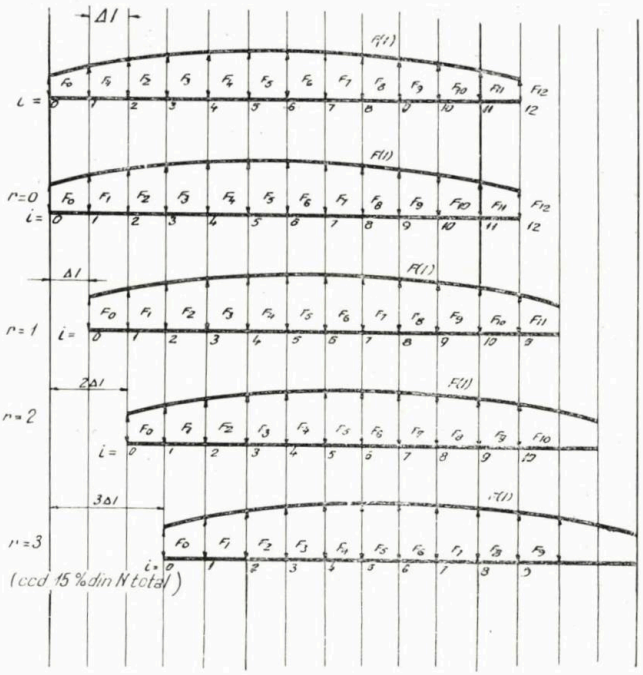


Fig. 2. Sistemul grafic pentru determinarea funcţiei de autocorelaţie (autocovariaţie).

unde valorile funcţiei de autocorelaţie, simple şi normate :

$$r = 0\,;\ \sum_{i=0}^{12} F_iF_i = F_0F_0 + F_1F_1 + \ldots + F_{12}\cdot F_{12}$$

$$C_A(0) = \frac{1}{12}\sum_{i=0}^{12} F_iF_i, \text{ respectiv ;}$$

$$C_{A,\text{norm.}}(0) = \frac{C_A(0)}{\frac{1}{12}\sum_{i=0}^{12} F_iF_i} = 1$$

$$r = 1\,;\ \sum_{i=0}^{11} F_i \cdot F_{i+1} = F_0F_1 + F_1F_2 + \ldots F_{11}F_{12}$$

$$C_A(1) = \frac{1}{11}\sum_{i=0}^{11} F_iF_{i+1}, \text{ respectiv :}$$

$$C_{A,\text{norm.}}(1) = \frac{C_A(1)}{\frac{1}{12}\sum_{i=0}^{12} F_i \cdot F_i}$$

$$r = 2\,;\ \sum_{i=0}^{10} F_iF_{i+2} = F_0F_2 + F_1F_3 + \ldots + F_{10}\cdot F_{12}$$

$$C_A(2) = \frac{1}{10}\sum_{i=0}^{10} F_i \cdot F_{i+2}, \text{ respectiv :}$$

$$C_{A,\text{norm.}}(2) = \frac{C_A(2)}{\frac{1}{12}\sum_{i=0}^{12} F_i \cdot F_i}$$

$$r = 3\,;\ \sum_{i=0}^{9} F_i \cdot F_{i+3} = F_0F_3 + F_1F_4 + \ldots + F_9F_{12}$$

$$C_A(3) = \frac{1}{9}\sum_{i=0}^{9} F_i \cdot F_{i+3}\,,\ \text{respectiv:}$$

$$C_{A,\text{norm.}}(3) = \frac{C_A(3)}{\frac{1}{12}\sum_{i=0}^{12} F_i \cdot F_i}\,.$$

Trebuie reţinut faptul că m trebuie să fie de aproximativ 15% din numărul total N de probări.

Funcţia de autocorelaţie (autocovarianţă) se reprezintă grafic ca în figura 3, în care, evident, sînt considerate valori fictive.

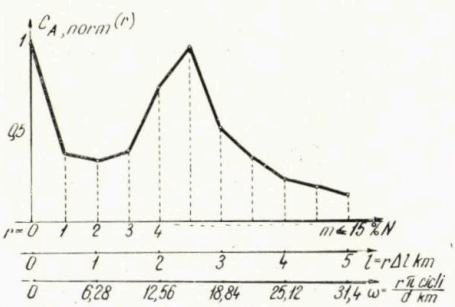


Fig. 3. Reprezentarea grafică a funcţiei de autocorelaţie.

Trebuie reţinut, de asemenea, faptul că în cazul în care se lucrează cu abaterile de la valorile medii, adică δ_i şi δ_{i+r}, atunci valoarea funcţiei de autocorelaţie pentru $r = 0$, adică $C_A(0)$, este egală cu dispersia σ^2, adică :

$$C_A(0) = \sigma^2$$

II. Funcţia de autocorelaţie bidimensională

Datele conţinute într-un profil sînt, evident, insuficiente faţă de datele conţinute într-o hartă. De asemenea, schimbarea direcţiei unui profil aduce modificări substanţiale în forma curbei de autocorelaţie (autocovariantă). Pentru aceasta s-a generalizat calculul funcţiei de autocorelaţie la două dimensiuni. Pentru efectuarea acestui calcul, harta de studiu se acoperă cu o reţea pătratică spaţială, cu Δl drept constantă de reţea.

Funcţia potenţială care se probează la intersecţia rîndului i cu coloana j are valoarea F_{ij}.

Funcţia de autocorelaţie $C_A(r, s)$ se calculează atunci pe baza relaţiei specifică probelor (măsurărilor) digitale :

$$C_A(r,s) = \frac{1}{(N-r)(N'-S)} \sum_{i=0}^{N-r} \sum_{j=0}^{N'-S} F_{ij} \cdot F_{i+r,j+s}$$

$$(r,s = 0,1,2 \ \ldots \ m,n)$$

în care : $C_A(r, s)$ reprezintă funcţia de autocorelaţie bidimensională ;

$$\Delta l = \frac{L}{N} = \frac{K}{N}\,,$$

în care :

L este lungimea;

K — lăţimea hărţii ;

N şi N' — numărul total de probe pentru fiecare dintre cele două dimensiuni considerate ;

Δl — intervalul de probare sau constanta de reţea, aceeaşi pentru ambele dimensiuni ;

$l = r \cdot \Delta l$ şi $k = s \cdot \Delta l$ cu $r, s, = 0,\ 1,\ 2,$

$m,\ n$ — coordonatele punctului în care se calculează funcţia de autocorelaţie bidimensională $C_A(r,\ s)$;

$F_{i,\cdot}, F_{i+r,j+s}$ — valorile probelor (măsurărilor) cîmpului potenţial.

În alegerea valorilor parametrilor m, n, Δl, N şi N' ,conţinuţi în formula de definiţie a funcţiei de autocorelaţie, sînt valabile aceleaşi consideraţii ca şi pentru calculul funcţiei de autocorelaţie unidimensionale.

De asemenea, calculul funcţiei de autocorelaţie bidimensională şi normate, C_A norm. (rs), se face ca şi în cazul unidimensional, adică prin împărţire cu valoarea $C_A(0,0,)$.

În sfîrşit, menţionăm că şi pentru funcţiile de autocorelaţie bidimensionale este valabilă proprietatea :

$$C_A(r, s) = C_A(-r,\ -s),$$

şi la fel pentru expresia normată.

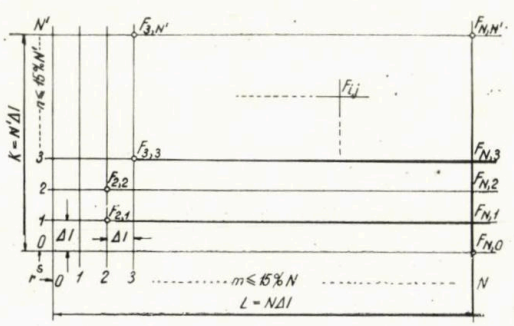


Fig. 4. Reţea pentru calculul funcţiei de autocorelaţie bidimensională.

În figura 4 este reprezentată o reţea şi sînt indicate valorile funcţiei potenţiale care intră în

calcule. Conform structurii expresiei funcției de autocorelație bidimensionale, rezultă că trebuie efectuate următoarele sumări :

$$r = 0;\quad s = 0;\quad C_A(0,0) = \frac{1}{N \cdot N'} \sum_{i=0}^{N} \sum_{j=0}^{N'} F_{i,j} \cdot F_{ij} =$$

$$= \frac{1}{N \cdot N'} [F_{0,0}^2 + F_{0,1}^2 + \ldots + F_{0,N'}^2 + F_{1,0}^2 + \ldots + F_{1,N'}^2 + \ldots + F_{N,N'}^2]$$

$$r = 0;\quad s = 1;\quad C_A(0,1) = \frac{1}{N \cdot (N' - 1)} \sum_{i=0}^{N} \sum_{j=0}^{N'-1} F_{i,j} \cdot F_{i,j+1} =$$

$$= \frac{1}{N\,(N' - 1)} [F_{0,0}F_{0,1} + F_{0,1}F_{0,2} + \ldots + F_{0,N'-1}F_{0,N'} + F_{1,0}F_{1,1} + \ldots + F_{N,N'-1}F_{N,N'}]$$

$r = 0;\quad s = 2;\quad C_A(0,2) = \ldots\ldots$

. . . . . .

$r = 0;\quad s = n;\quad C_A(0,n) = \ldots\ldots$

$$r = 1;\quad s = 0;\quad C_A(1,0) = \frac{1}{(N-1) \cdot N'} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N'} F_{i,j} \cdot F_{i+1,j} =$$

$$= \frac{1}{(N-1) \cdot N'} [F_{0,0} \cdot F_{1,0} + F_{0,1} \cdot F_{1,1} + \ldots + F_{0,N'} \cdot F_{1,N'} + \ldots + F_{N-1,N'}F_{N,N'}]$$

$r = 1;\quad s = 1;\quad C_A(1,1) = \ldots\ldots$

. . . . . .

$r = 1;\quad s = n;\quad C_A(1,n) = \ldots\ldots$

. . . . . .

$r = m;\quad s = 0;\quad C_A(m,0) = \ldots\ldots$

$r = m;\quad s = 0;\quad C_A(m,1) = \ldots\ldots$

. . . . . .

$$r = m;\quad s = n;\quad C_A(m,n) = \frac{1}{(N - m)\,(N' - n)} \sum_{i=0}^{N-m} \sum_{j=0}^{N'-n} F_{i,j} \cdot F_{i+m,j+n} =$$

$$= \frac{1}{(N - m)\,(N' - n)} [F_{0,0}F_{0+m,0+n} + F_{0,1} \cdot F_{0+m,1+n} + \ldots + F_{1,0}F_{1+m,0+n} +$$

$$+ F_{1,1}F_{1+m,1+n} + F_{1,2} \cdot F_{1+m,2+n} + \ldots + F_{N-m,N'-n} \cdot F_{N,N'}].$$

Menționăm că, întocmai ca și la studiul funcției de autocorelație unidimensionale, la studiul bidimensional trebuie respectate proporțiile :

$m \leqslant 15\,\%$ din N și $n \leqslant 15\,\%$ din N'.

Calculele menționate pot fi concentrate în niște tabele de calcul, iar rezultatele pot fi reprezentate grafic sub forma unor reprezentări dimensionale de curbe izocovariograme (izocoreograme), care urmează a fi interpretate.

Concluzii

Amintim că înainte de efectuarea unui studiu uni- sau bidimensional de funcții de autocorelație (autocovariantă), trebuie eliminate din profil sau din hartă efectele regionale și anomaliile evidente, în așa fel încît să rămînă o hartă sau un profil cu o structură aleatorie. Sînt tocmai profilele, respectiv hărțile cele mai greu de interpretat. Acest material este supus analizei statistice descrise anterior. Maximele în diagrama funcției de autocorelație se interpretează după posibilități; de exemplu, în sensul unei periodicități a structurilor din subsol, periodicitate care nu apare în profilul sau în harta aleatorie, care nu spunea nimic vizual, dar foarte mult după o analiză statistică ca cea expusă anterior.

În sfîrșit, vom menționa că funcția de autocorelație (autocovariantă) are unele proprietăți profunde, după unele studii un sens probalistic (Milcoveanu, 1969) și se poate spune

că ea caracterizează complet toate proprietăţile statistice ale funcţiei potenţiale (probate), astfel încît îşi merită din plin numele.

Se spune (Matheron, 1962) că funcţia aleatorie $F(1)$, care reprezintă înregistrarea (probarea) reală efectuată, are o memorie statistică cu atît mai mică, cu cît funcţia de autocorelaţie converge mai repede către zero.

Funcţia de autocorelaţie (autocovarianţă), numită adesea şi operator de autocorelaţie, în afară de conţinutul ei însăşi în informaţii privind cauzele (perturbaţiile) care o generează stabilindu-i alura, serveşte, conform teoremei Wiener-Khintchine, la determinarea spectrului de putere care dă rezultate importante în interpretare.

VARIOGRAMA σ^2 *(r)*

Această mărime se calculează (Matheron, 1962) pentru a suplini o deficienţă, şi anume faptul că în calculul funcţiei de autocorelaţie (autocovarianţă) sumarea se efectuează numai de la 0 pînă la $N-r$. Relaţia de definiţie a acestei mărimi este :

$$\sigma^2(r) = \frac{1}{N-r} \sum_{i=0}^{N-r} (F_{i+r} - F_i)^2,$$

simbolurile avînd semnificaţia cunoscută.

Se demonstrează existenţa relaţiei de legătură dintre această mărime şi funcţia de autocorelaţie (autocovarianţă) :

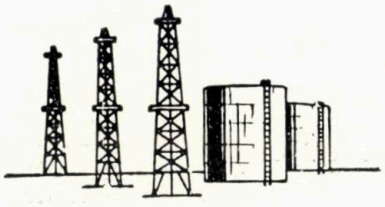
$$\sigma^2(r) = 2\ [C_A(0) - C_A(r)].$$

Relaţia poate fi utilizată pentru verificarea calculelor efectuate.

Desfăşurarea şi tabelarea sumărilor din această expresie se efectuează întocmai ca pentru funcţia de autocorelaţie, cu deosebirea că, în loc de multiplicare, vom efectua diferenţa dintre ordonatele probării.

BIBLIOGRAFIE

1. Matheron, G. Traité de geostatistique appliquée, I, II, Ed. Technip., Paris, 1962.
2. Mihoc, G. şi Firescu, D. Statistică matematică. Ed. didactică şi pedagogică. Bucureşti, 1966.
3. Angot, A. Complemente de matematici. Ed. tehnică, Bucureşti, 1965.
4. Anstey, N. A. Corelation Techniques. În : Geophysical Prospecting, nr. 4, 1964.
5. Milcoveanu, D. Petrol şi Gaze, **XX**, nr. 5, p. 327.



Stadiul actual al problemei stabilității găurilor de sondă

Gorun Manolescu

O dată cu creșterea adîncimilor de foraj, prevenirea accidentelor de fund a căpătat o importanță sporită pe plan mondial. Necunoașterea cauzelor care pot genera astfel de accidente are drept consecință repetarea lor. Instabilitatea formațiunilor traversate, constituie una dintre aceste cauze.

Problema stabilității găurilor de sondă a fost atacată, teoretic, încă din primele lucrări de mecanică a rocilor, devenite în prezent clasice, însă accent deosebit pe ea s-a pus mai recent, obținîndu-se o serie de rezultate importante atît sub aspect fundamental, cît și sub aspect aplicativ. Preocupări constante în această direcție s-au manifestat, în ultimul timp în S. U. A. și în U. R. S. S. La noi în țară, deși dificultățile la traversarea formațiunilor instabile sînt frecvente, cu excepția lucrărilor publicate de autorul prezentului articol, nu există în literatura de specialitate nici o indicație despre asemenea preocupări.

★

Stabilitatea găurilor de sondă comportă, pe lîngă aspectul pur mecanic, și o serie de alte aspecte cu caracter diferit, care însă trebuie corelate cu primul, pentru a avea o privire de ansamblu asupra fenomenelor de care depinde această stabilitate.

Aspectele mai importante care trebuie luate în considerație sînt :

1. Aspectul mecanico-reologic.
2. Influența presiunilor anormale de strat.
3. Influența temperaturii și a variațiilor ei.
4. Influența umflării formațiunilor argiloase.
5. Influența undelor de suprapresiune și de depresiune.
6. Influența gradului de fisurare naturală a formațiunilor.
7. Influența interacțiunii dintre filtratul noroiului de foraj și formațiunile străbătute.

Vom încerca o succintă trecere în revistă a rezultatelor obținute pînă în prezent în domeniul fiecăruia dintre aspectele menționate.

I. Aspectul mecanico-reologic

Experiența arată că un corp poate avea simultan caracterele unui solid și pe cele ale unui lichid. Astfel, la temperatura obișnuită, bitumul poate fi spart cu un ciocan și cu toate acestea el poate curge dintr-un butoi, dacă butoiul are o gaură și dacă a trecut un timp suficient de îndelungat. Curgerea lui nu se deosebește de curgerea lichidelor obișnuite decît prin aceea că prezintă o viscozitate foarte mare.

În geologie se întîlnesc exemple tipice de curgeri ale corpurilor solide ; este suficient, de exemplu, să amintim de curgerea terenurilor marnoase de la Runcu sau Ceptura [1]. De asemenea, se poate întîmpla ca în anumite condiții de temperatură sau de compresiune triaxială, în roci să apară fenomene de fluaj, cu toate că aceste roci prezentau caracter casant în condiții de suprafață [2, 3, 4].

Prin generalizare se poate considera că toate corpurile naturale se comportă ca solide sau ca fluide, în funcție de starea de eforturi unitare care tinde să le deformeze și de timpul cît acționează această stare de eforturi.

Orice deformare a unui corp solid face să apară în el o constrîngere care caută să se opună efortului deformant. În solidele perfect elastice, constrîngerea persistă atîta timp cît persistă și deformarea și este proporțională cu aceasta. Dacă se admite că la corpurile reale, cînd s-a depășit o anumită intensitate a stării eforturilor unitare, această constrîngere începe să se micșoreze cu timpul de la sine — ca și cînd corpul s-ar adapta progresiv la deformație — și dacă starea de eforturi este menținută constantă, cu timpul echilibrul static dispare și apare un echilibru dinamic care se traduce printr-o creștere continuă a deformației. Însă o deformație care crește, nu este decît o curgere.

În cazul fenomenelor de curgere, influența cauzelor trecute se resimte. Numai la solidele perfect elastice, după ce a dispărut efortul, dispare și deformația — astfel de corpuri nu au „memorie".

În momentul în care se forează o sondă, se produce un dezechilibru între gaură și formațiune, datorită diferenței ce se naște între presiunea asigurată de fluidul de foraj și presiunea litostatică.

Gradientul de presiune litostatică este în funcție de greutatea specifică a mineralelor și a cimentului de legătură din care este alcătuită roca, precum și de mărimea spațiului intragranular necimentat, ocupat de lichide sau de gaze.

Greutatea specifică medie a granulelor de minerale din rocile sedimentare este de 2,7 kg/dm^3 (curba *5* din fig. 1 corespunde variaţiei presiunii litostatice în funcţie de adîncime, la un gradient de 2,7 kg/dm^3). În cazul unei porozităţi de 10% (spaţiul poros fiind

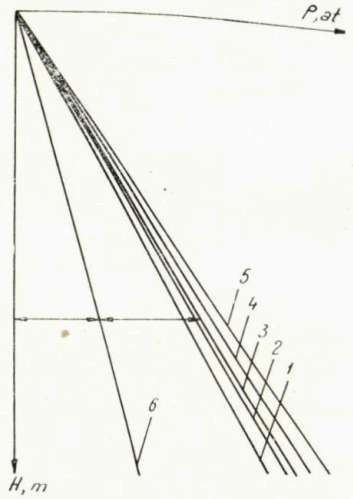


Fig. 1.

umplut cu apă dulce), greutatea specifică medie are valoarea de 2,53 kg/dm^3 (curba *4*, din fig. 1); la o porozitate de 20% — 2,36 kg/dm^3 (curba *2* din fig. 1), iar la o porozitate de 30%—2,19 kg/dm^3 (curba *1* din fig. 1) [5]. Greutatea specifică medie a rocilor sedimentare se găseşte în jurul valorii de 2,4 kg/dm^3 (curba *3* din fig. 1) [5, 6].

Trebuie făcută distincţie între presiunea litostatică şi presiunea de strat. Aceasta din urmă este presiunea fluidului care umple spaţiul poros şi are, de obicei, caracterul unei presiuni hidrostatice, fiind o funcţie de greutatea unei coloane de apă sărată cu greutatea specifică de 1,07 kg/dm^3 [6], care ţine de la suprafaţă şi pînă la punctul considerat. Curba presiunii de strat este, de asemenea, prezentată în figura 1 (curba *6*).

Se observă că întotdeauna presiunea litostatică este mai mare decît presiunea de strat. Deoarece presiunea dată de coloana de noroi din gaura de sondă va fi doar cu puţin mai mare decît presiunea stratului, rezultă că presiunea litostatică va fi, în mod normal, mai mare şi decît presiunea coloanei de noroi. Deci, teoretic, în orice sondă, existînd o forţă deformantă faţă de situaţia în care masivul nu era atacat, se poate întîmpla ca, după un timp mai lung sau mai scurt de la deschiderea lor, formaţiunile să înceapă să curgă, dacă intensitatea concentrării eforturilor din jurul găurii de sondă depăşeşte anumite caracteristici de rezistenţă ale rocilor respective.

Aspectul mecanico-reologic al stabilităţii găurilor de sondă a fost cel mai larg discutat în literatura de specialitate, începînd chiar cu lucrările devenite în prezent clasice în domeniul mecanicii rocilor.

T e r z a g h i [7] a fost primul care a dat soluţia teoretică în privinţa distribuţiei eforturilor unitare care apar în jurul găurilor de sondă, datorită dezechilibrului creat prin înlocuirea rocii avînd greutatea specifică γ_r, cu noroi de foraj cu greutate specifică $\gamma_n < \gamma_r$. El s-a ocupat de găuri verticale care traversează formaţiuni omogene şi izotrope, alcătuite din roci coezive şi cu unghi de frecare interioară diferit de zero. T e r z a g h i a studiat şi apariţia zonei de stare limită în jurul găurilor de sondă ce străbat formaţiunile amintite, dînd condiţia de echilibru limită ce-i poartă numele. În lucrarea sa, T e r z a g h i analizează numai aspectul static, fără a extinde analiza la aspectul reologic.

F e n n e r [8] s-a ocupat de roci neconsolidate (în speţă pietrişuri, borchişuri, nisipuri etc.), dînd soluţiile pentru găuri verticale şi orizontale (tuneluri) atît în domeniul elastic, cît şi pentru apariţia zonei de stare limită. Şi el a studiat tot aspectul static.

O generalizare a problemei a încercat-o autorul prezentului articol [9, 10], stabilind relaţiile de distribuţie a eforturilor unitare în jurul găurilor de sondă înclinate, executate în masive omogene, pentru cazul în care în jurul acestor găuri apar numai deformaţii elastice. Relaţiile găsite prezintă caracterul cel mai larg posibil, din ele putîndu-se obţine relaţiile lui T e r z a g h i şi ale lui F e n n e r, pentru găuri verticale şi orizontale, prin punerea condiţiilor corespunzătoare la limită. De asemenea, în lucrările citate, se stabilesc şi relaţiile de distribuţie ale eforturilor unitare din zona de stare limită ce apare în jurul găurilor de sondă. Aceste relaţii sînt specifice rocilor elastoplastice, însă ele prezintă şi un caracter general, deoarece prin punerea condiţiilor specifice se pot obţine relaţiile pentru corpuri coezive cu pronunţat caracter plastic şi pentru corpuri necoezive.

R u p p e n e i t şi P e s l e a k [11] s-au ocupat de roci coezive cu unghiul de frecare interioară apropiat de zero (argile foarte plastice şi masive de sare), studiind atît aspectul static, cît şi pe cel reologic. După cîte se ştie, lucrarea lor este printre primele încercări mai serioase în acest sens, existente în literatura de specialitate. Se iau în consideraţie numai găurile verticale. Investigaţia se extinde şi la calculul coloanelor de tubaj, introducîndu-se factorul de corecţie care ţine seama de creşterea presiunii în timp pe suprafaţa exterioară a inelului de ciment ce izolează coloana de formaţiune. Lucrarea lor se bazează în mare măsură pe studiile lui B a r e n b l a t t [12, 13] făcute în legătură cu fisurarea hidraulică a stratelor aflate sub formaţiuni masive de natură argiloasă.

În afara lucrărilor amintite, mai sînt demne de semnalat și altele în care se studiază atît aspectul static, cît și cel dinamic, calculele făcîndu-se fie pentru domeniul elastic, fie pentru cel în care s-a depășit limita de elasticitate [14 — 23].

În toate lucrările citate pînă acum, se presupune masivul alcătuit din roci omogene și izotrope.

În lucrările [24, 25], se face tentativa de a se lua în considerare și anizotropia rocilor, ceea ce ar extinde foarte mult aplicabilitatea rezultatelor obținute.

De asemenea, o direcție nouă o reprezintă folosirea calculatoarelor electronice în rezolvarea acestor probleme [26 — 28].

2. Influența presiunilor anormale de strat

Din discuția de pînă acum, a fost exclus cazul presiunilor anormale de strat, de care ne vom ocupa în continuare.

Cauzele generale care dau naștere la aceste anomalii nu vor fi tratate, ele fiind pe larg discutate în literatură [6, 29], pe noi interesîndune doar aspectul ontologic al acestor presiuni anormale și consecințele ce decurg de aici din punctul de vedere al stabilității găurilor de sondă.

La punctul anterior s-a făcut distincția între presiunea litostatică și cea de strat.

Presiunea litostatică se va repartiza pe de o parte în scheletul mineral al rocii, iar pe de altă parte direct asupra fluidului conținut în pori. În figura 1 cele două presiuni sînt indicate prin săgeți orizontale.

Presupunînd că, dintr-o cauză oarecare, presiunea din strat este mai mare decît cea corespunzătoare adîncimii la care este pusă în loc formațiunea, rezultă că presiunea din scheletul rocii se va reduce corespunzător cu surplusul de presiune existent în fluidul de strat, suma formată din cele două presiuni rămînînd constantă și egală cu presiunea litostatică.

Revenind la problema stabilității mecanice a rocilor din pereții unei sonde ce traversează o formațiune cu presiune anormală de strat, se poate afirma că, față de situația în care presiunea de strat ar fi fost normală, roca va avea caracteristici mecanice mai slabe, ceea ce va favoriza apariția instabilității la deschiderea masivului. În același timp, însă, și pericolul de fisurare nedorită a formațiunii va crește în cazul în care pentru a preîntîmpina apariția instabilității, se va utiliza un noroi cu greutate specifică mărită. Fără a da explicația pe care noi am încercat s-o formulăm, cele arătate au fost dovedite experimental, rezultatele fiind prezentate în lucrarea [30], unde se arată că, în cazul unei stări de compresiune triaxială constantă, rezistența limită de rupere a rocii se reduce pe măsură ce crește presiunea interstițială.

3. Influența temperaturii și a variațiilor acesteia

Creșterea temperaturii, ce se produce o dată cu mărirea adîncimii la care se află puse în loc formațiunile, va avea ca rezultat o accentuare a caracterului plastic al rocilor.

În momentul în care masivul este deschis cu o gaură de sondă, datorită circulației fluidului de foraj, va avea loc un transfer de căldură dinspre talpa sondei spre suprafață, ceea ce va face ca temperatura rocilor din partea inferioară a găurii să scadă sub cea existentă în momentul deschiderii lor, iar temperatura rocilor din partea superioară să crească peste cea inițială. În timpul manevrelor garniturii de foraj și al diverselor staționări, temperatura tinde să se restabilizeze. Din cauza variațiilor de temperatură, în pereții sondei vor apărea eforturi unitare suplimentare, care vor trebui luate în considerație la efectuarea calculelor de stabilitate a găurii. Trebuie remarcat faptul că, întrucît variațiile de temperatură au un caracter ciclic, este necesar să se țină seama și de fenomenul de oboseală care poate avea o pondere importantă.

Despre acest aspect al stabilității găurilor de sondă s-a ocupat L o p a t i n [31]. În lucrarea citată, sînt prezentate experimentele executate în condiții simulate. Recent, interesul cercetătorilor în această direcție pare să se accentueze, lucru care se observă din frecvența relativ mare a articolelor apărtue în anul 1968 [32—35]. Totuși, o tratare completă teoretico-experimentală nu am întîlnit.

4. Influența umflării formațiunilor argiloase

Inițial, în cazul deselor dificultăți apărute în cadrul forajului la traversarea formațiunilor argiloase, se considerau drept cauze principale ale acestor dificultăți umflarea și exfolierea formațiunilor străbătute. La un moment dat, fenomenul era considerat atît de „clasic", încît era luat apriori în considerare. Ulterior, s-a emis părerea că, în condițiile de fund în care starea de compresiune triaxială are valoare mare, umflarea și exfolierea nu intervin aproape de loc [5]. S-a trecut, deci, dintr-o extremă în alta.

Problema este încă foarte controversată.

Ceea ce trebuie semnalat în mod deosebit este faptul că, în timp ce încercările în prima fază se făceau în condiții atmosferice, mai recent, ele au început să fie executate în condiții simulate, deci, mai apropiate de realitate. În lucrările [36, 37] sînt descrise o serie de astfel de experiențe și se încearcă și anumite generalizări teoretice.

În principiu, s-a ajuns la concluzia că, în condiții de compresiune triaxială, umflarea este mult împiedicată față de condițiile atmosferice. De asemenea, asupra umflării, o mare influență

o mai au și următorii factori : natura argilei, natura filtratului din noroiul de foraj, temperatura și variațiile acesteia, precum și umiditatea naturală a formațiunilor.

5. Influența undelor de suprapresiune și de depresiune

Se știe că astfel de unde apar în cazul manevrării materialului tubular, precum și la pornirea circulației și în timpul forajului, datorită mersului neregulat al pompelor. Aceste unde pot modifica starea de eforturi din pereții găurilor de sondă. Pînă în prezent în literatura de specialitate nu s-au făcut decît referiri vagi asupra corelației dintre undele de suprapresiune și de depresiune și stabilitatea găurii de sondă [38, 39]. În lucrările citate, considerațiile rămîn de ordin descriptiv, fără a se încerca o rezolvare teoretico-experimentală. De fapt, însăși problema undelor de suprapresiune și de depresiune nu este pe deplin elucidată [40]. Mai trebuie adăugat faptul că și în acest caz, avînd în vedere caracterul variabil al solicitărilor, trebuie ținut seamă de fenomenul de oboseală.

6. Influența gradului de fisurare naturală a formațiunilor

Majoritatea formațiunilor străbătute prin foraje sînt de natură sedimentară. După depunerea acestor formațiuni în straturi paralele, chiar orizontale, în timpul mișcărilor tectonice de mai tîrziu ele au fost uneori deplasate din poziția inițială. Deplasarea a putut, eventual, să se repete de un număr oarecare de ori.

Formațiunile sedimentare, aflate la adîncimi medii, suficient de compactizate, sînt, totuși, departe de a fi perfect elastice și nu sînt nici plastice. Datorită mișcărilor amintite în masa acestor roci s-au putut produce fracturi și fisuri.

În afara cauzelor menționate, fragmentarea naturală poate apărea și dintr-o serie de alte cauze, tot mecanice (de exemplu, segregarea gravitațională) sau de altă natură : fizică, chimică sau fizico-chimică.

Cele mai importante fragmentări naturale se indentifică ușor fie de la suprafață, fie în profunzime și ele dau, bineînțeles, dificultăți din punctul de vedere al stabilității găurilor de sondă. Există însă și o gamă mare de fracturi secundare fine, care nu pot fi identificate prin metode geologice obișnuite, însă care afectează rezistența rocii. Aceasta explică de ce o rocă care prezintă o rigiditate aparent mare în condiții atmosferice, poate deveni instabilă în condiții de fund.

În privința formațiunilor argiloase cu umiditate mică, noi am semnalat, printre primii, într-o lucrare mai veche [41], o serie întreagă de fenomene de instabilitate legate de gama mare de fisuri secundare. Aceste fenomene au fost observate într-un șantier din Moldova. O parte din observațiile făcute în lucrarea amintită au fost confirmate recent în lucrările [42, 43], în care se aduc însă contribuții inedite și de un real interes practic.

7. Influența interacțiunii dintre filtratul noroiului de foraj și formațiunile străbătute

Dacă majoritatea aspectelor menționate pînă în prezent erau mai mult sau mai puțin legate de aspectul mecanic al problemei, interacțiunea dintre noroiul de foraj și formațiune are un caracter fizico-chimic care, însă, în ultimă instanță, se repercutează tot asupra stabilității mecanice a pereților găurii. În această direcție, materialul prezentat în literatură este destul de bogat [42 — 53]. Ceea ce trebuie remarcat este faptul că îmbunătățirea stabilității găurilor de sondă este fără îndoială strîns legată și de perfecționarea tehnologiei noroaielor de foraj. Deficiența celor care s-au ocupat de această problemă constă în faptul că tehnologia noroaielor de foraj a fost ruptă de aspectul mecanic al stabilității găurii, ducînd în multe cazuri la rezultate neconcludente. O explicație ar putea-o constitui profilele de specialitate oarecum disjuncte ale celor care se ocupă de mecanica rocilor și de tehnologia noroaielor de foraj.

O problemă deosebită, din punctul de vedere al dificultăților care se produc la traversarea lor prin foraje, o prezintă formațiunile argiloase cu conținut anormal de apă pentru adîncimea de punere în loc, așa-numitele argile „gumbo" în literatura americană. Ele prezintă o presiune a fluidului interstițial apropiată de presiunea litostatică. Sînt considerate ca făcînd parte din această categorie formațiunile argiloase montmorillonitice sodice aflate la adîncimi de peste 800 — 900 m și care conțin apă în proporție de 20 — 30% [42 — 45, 53]. Aceste argile sînt deosebit de instabile. În lucrările [9, 52] ne-am ocupat în mod special de argilele „gumbo", semnalînd apariția lor și în R. S. România în șantierul Pipirig. Pentru preîntîmpinarea dificultăților ivite în timpul forajului la traversarea acestor formațiuni, există două posibilități : sau să se lucreze cu un noroi cu greutate specifică mare (acest lucru fiind în majoritatea cazurilor inacceptabil din punctul de vedere al pericolului de fisurare a celorlalte formațiuni din profil), sau să se încerce obținerea unui noroi adecvat, cu greutate specifică mai mică, care să îmbunătățească proprietățile rocilor argiloase din pereții sondelor, pentru a le aduce din starea de deformare plastică într-o stare de deformare elastică.

Eșecurile înregistrate în tentativele de a se obține noroaie cu greutate specifică uzuală (deci inferioară celei necesare pentru a asigura stabilitatea mecanică a formațiunilor

argiloase cu umiditate anormală) și care să consolideze formațiunile argiloase de tip „gumbo", s-au datorat premizei eronate de la care s-a plecat la prepararea lor. S-a considerat că în acest caz filtratul din noroiul de foraj pătrunde în formațiunea străbătută de sondă. Adoptînd această ipoteză ca pe un postulat, prin extindere de la cazul în care formațiunile argiloase aveau o umiditate normală pentru adîncimea de punere în loc la cazul în care astfel de formațiuni prezentau o umiditate în jur de 20 — 30%, s-a procedat în consecință, mergîndu-se pe linia de a se obține noroaie al căror filtrat să conțină ioni de calciu în concentrație cît mai mare pentru ca, o dată pătruns acest filtrat în interiorul masivului el să schimbe natura formațiunilor transformîndu-le, cu ajutorul schimbului de bază, din argile sodice, hidratabile, în argile calcice, mai puțin hidratabile și obținînd pe această cale o îmbunătățire a proprietăților mecanice din masiv, prin schimbarea naturii acestuia. Însă, așa după cum a rezultat din experiențele executate și descrise de autor în lucrarea [9], filtratul din noroiul de foraj, cu greutate specifică uzuală, nu poate pătrunde în masivele de roci cu conținut anormal, mărit de apă pentru adîncimea la care se află, și, deci, prin această prismă, apar evidente cauzele eșecurilor înregistrate prin folosirea metodelor clasice de tratare a noroaielor la traversarea unor asemenea formațiuni.

Deoarece în acet caz ne putem aștepta la un fenomen de filtrare inversă, dinspre formațiune spre gaură, pentru că fluidul interstițial din argilă are o presiune apropiată de presiunea litostatică și, deci, mai mare decît presiunea fluidului de foraj, este rațional să depunem toate eforturile pentru a favoriza acest proces, atingînd de data aceasta scopul propus — de a consolida pereții găurii — nu prin schimbarea naturii fizico-chimice a rocii, ci prin reducerea umidității ei inițiale. Reușind să se reducă această umiditate pînă la valoarea care să permită, în funcție de natura rocii și de adîncime, creșterea limitei de elasticitate a materialului peste valoarea concentrării eforturilor unitare din jurul găurii, se va obține oprirea, măcar temporar, pînă la terminarea găurii, a fenomenului de curgere plastică deoarece roca, căreia i s-au îmbunătățit proprietățile mecanice, va tinde să aibă o deformare elastică, constantă în timp. Bineînțeles că după terminarea sondei umiditatea rocilor din jurul găurii va avea tendința de a se reface pe seama migrării apei din restul masivului, roca recăpătîndu-și starea plastică, lucru care va trebui luat în considerație la calculul coloanei de tubaj, așa cum se indică în lucrarea [11], pentru a preîntîmpina turtirea acesteia. Se poate naște, firesc, întrebarea : dacă greutatea specifică a noroiului de foraj, în cazul formațiunilor analizate, este inferioară valorii necesare menținerii unor deformații elastice în pereții găurii, atunci nu cumva curgerea plastică a formațiunilor argiloase este mai rapidă decît deshidratarea acestora prin filtrarea inversă? La această întrebare vom răspunde reamintind că în afara unei cantități de material pătrunsă în primul moment în gaura de sondă, curgerea restului de material se va produce într-un timp mai îndelungat, necesar pentru relaxarea eforturilor în toate punctele zonei de cedare. Acest timp, precum și cantitatea inițială și finală de material pătruns în sondă, depind de starea de eforturi unitare triaxiale și de proprietățile mecanice ale rocilor. Din determinările lui M. I. Liberman [54], acest timp de relaxare pentru formațiuni argiloase este de minimum 10 zile. De aici rezultă că el este suficient ca, printr-un noroi adecvat, să se reușească obținerea unei consolidări suplimentare a unor astfel de formațiuni, mai ales dacă se iau măsuri suplimentare de accelerare a procesului de filtrare inversă dinspre formațiune spre gaură. Se pare că cel mai indicat tip de noroi pentru astfel de cazuri este cel pe bază de produse petroliere tip emulsie inversă, care conține clorură de calciu sau clorură de sodiu în faza discontinuă formată din apă. Un astfel de noroi a fost obținut de cercetătorii americani Mondshine și Kercheville și descris în lucrarea [45]. Acești doi cercetători explică mecanismul deshidratării formațiunilor argiloase, prin traversarea lor cu un astfel de noroi denumit „Ivermul", ca fiind de natură osmotică. Ei trag aceste concluzii în urma experiențelor executate în condiții atmosferice și nu în condiții de compresiune triaxială. Astfel, acest proces de curgere osmotică se datorește faptului că apa cu concentrație mică de săruri, existentă în formațiunile argiloase, curge spre interiorul găurii de sondă și pătrunde în faza discontinuă formată din apa cu concentrație mare de săruri ($NaCl$ sau $CaCl_2$) existentă în fluidul de foraj „Ivermul", prin intermediul membranei semipermeabile alcătuită din emulgator, care permite curgerea apei nesaline, dar nu și curgerea în sens invers a soluției concentrate de săruri. Deci, în astfel de noroaie tip emulsie inversă, filmul interfacial de emulgator din jurul particulelor de apă sărată existentă în noroi joacă rolul acestei membrane. Condiția pentru deshidratarea argilelor în acest caz este satisfăcută cînd apa interstițială are salinitate mică în comparație cu apa din noroiul „Ivermul". În aceeași lucrare, precum și în altele [42—44], sînt citate rezultatele deosebit de favorabile obținute cu un astfel de noroi la traversarea argilelor de tip „gumbo". În altă lucrare [53], care se ocupă de această problemă, înglobînd și rezultatele din lucrarea

[45], se specifică,, :... mecanismul exact al acestei deshidratări nu este complet cunoscut". Pe baza celor relevate în lucrările noastre [9, 51, 52] putem completa cu date noi efectul pozitiv al noroiului,,Ivermul". În lucrările autorilor americani nu s-a luat în considerare aspectul mecanico-reologic, insistîndu-se doar asupra aspectului fizico-chimic. În general se poate afirma că fenomenul de curgere osmotică semnalat se suprapune peste direcţia şi peste sensul tendinţei naturale de filtrare inversă, existente în cazul traversării formaţiunilor argiloase cu umiditate anormală, cu ajutorul unui noroi de foraj cu greutate specifică uzuală. Astfel, deshidratarea unor asemenea formaţiuni este mult accelerată prin efectul combinat al tendinţei de filtrare inversă şi al curgerii osmotice provocate de noroiul tip ,,Ivermul".

8. Concluzii

Scopul acestei succinte treceri în revistă a fost de a creiona o privire generală asupra complexităţii problemei stabilităţii găurilor de sondă şi a importanţei pe care o prezintă aceasta din punctul de vedere al forajului. Propunîndu-şi acest scop, bineînţeles că ea nu poate avea pretenţia de a fi epuizat subiectul. Se poate chiar ca unele aspecte, la fel de esenţiale ca cele semnalate, să ne fi scăpat din vedere. Ceea ce am vrut însă să scoatem în evidenţă este faptul că, existînd multiple căi pe care trebuie acţionat convergent pentru elucidarea problemei, se simte imperios nevoia unei lucrări de sinteză. Avînd în vedere faptul că o serie de aspecte enunţate anterior sînt încă în stadiul incipient al cercetării, realizarea unei asemenea lucrări ne apare destul de îndepărtată în timp.

În momentul de faţă, singurele atitudini rezonabile ni se par tentativele de a parcurge direcţiile nedefrişate încă; în acelaşi timp, nu trebuie repetată greşeala de a nu raporta rezultatele obţinute la esenţa problemei, deoarece, într-un asemenea caz, se ajunge la un practicism îngust, fără perspective.

BIBLIOGRAFIE

1. Constantinescu, M. Fluide de foraj. Manualul inginerului petrolist, Ed. tehnică, Bucureşti 1957.
2. Baron, G. Habib, P. şi Molier, P. Deformations des roches sous contraines. Phénoménes physico mécaniques apparissant dans les roches entrées dans le domaine ductile. În: Revue de l'Institute Français du Pétrole, Hors-Série, 1963.
3. Belousov, V. V. Noi probleme de Geotehnică. Moscova, 1954.
4. Timbarevici, M. P. Mecanica rocilor. Ugletehnizdat, 1948.
5. Thomer, J. Instabilitatea formaţiunilor argiloase în profilul sondei şi controlul lor prin alegerea justă a parametrilor fluidului de foraj. Referat prezentat la al IV-lea Congres Internaţional al Petrolului, Roma 1955, I. D. T, 1958.
6. Moulénes, B. Origine des pressions anormales dans les gisements de pétrole. Etude bibliographique. În: Revue de l'Institute Française du Pétrole, nr. 2, 1964.
7. Terzaghi, K. Mecanique theoretique des sols, Dunod, Paris, 1951.
8. Fenner, R. Cercetarea presiunii rocilor. Probleme din teoria presiunii rocilor. Moscova, 1961.
9. Manolescu, G. Contribuţii la problema stabilităţii găurilor de sonde. Teză de doctorat. I.P.G.G. 1969.
10. Manolescu, G. Distribuţia eforturilor unitare în jurul găurilor înclinate, executate în roci omogene, elastice şi izotrope. În: Petrol şi gaze, nr. 9, 1966.
11. Ruppeneit, K. V. şi Pesleak, I. A. Teoria presiunii rocilor şi metode de calcul ale coloanei de tubaj, Gostoptehizdat, Moscova, 1961.
12. Barenblatt, G. I., şi Hristianovici, S. A. Despre surparea stratelor în sondele forate. În: Iz. An. S. S. R., O. T. N., nr. II, 1965.
13. Barenblatt, G. I. Cîteva probleme de teoria plasticităţii care intervin în mecanismul fisurării hidraulice a stratelor petrolifere În: Prikladnaia matematica i mchanica, **XX**, nr, 4, 1956.
14. Dimov I. V. Influence of time on stability of the orizontal excavations. Lucrările Primului Congres al Societăţii Internaţionale de Mecanica Rocilor, Lisabona, 1966, T—7, p. 273—277.
15. Parchevov, P. Le fluaj des roches et son influence sur le caracteristique du soutiment des excavations horizontale. Lucrările Primului Congres al Societăţii Internaţionale de Mecanica Rocilor, Lisabona, 1966, T-7, p. 293—298.
16. Marshall, G. J. şi Berry, D. Calculation of the stress around an advancing longwall face in viscoelastic ground. Lucrările Primului Congres al Societăţii Internaţionale de Mecanica Rocilor, Lisabona, 1966, T-7, p. 379—384.
17. Cotes, D. F. The effect of stress concentrations on the stability of tunels. Lucrările Primului Congres al Societăţii Internaţionale de Mecanica Rocilor, Lisabona, 1966, T-7, p. 299—305.
18. Mintchev, I. T. Sur la distributions des tensions a proximité des galeries a sections transversale elliptique et circulaire, creuslés dans un massifs des roches à pente abrupte des coches. Lucrările Primului Congres al Societăţii Internaţionale de Mecanica Rocilor, Lisabona, 1966, T-7, p. 465—469.
19. Fekete, L. A. Comportarea rocilor în jurul unei găuri de sondă. În: Petroleum Engineer, **35**, nr **11**, oct., 1963.
20. Stan, D., Constantinescu, L. şi Stănculescu, L. Stabilitatea structurală a pereţilor golurilor din masivele de sare. În: Buletinul I. P. G. G., **XIII**, 1965.
21. Savin, G. Stress concentrations around holes. Pergamon Press, New York, 1961.
22. Labas, A. Presiunea rocilor în minele de cărbuni. Probleme din teoria rocilor. Moscova, 1961.
23. VanInterson. Concentrarea eforturilor în jurul găurilor. Probleme din teoria presiunii rocilor, Moscova, 1961.
24. Wane, M. T. Orthotropic relations for rock mecanics. Transactions of the Society of mining engineers, **232**, martie 1965.
25. Goodman, R. E. On the distributions of stress around circular tunels in nonhomogenous rocks. Lucrările Primului Congres al Societăţii Internaţionale de Mecanica Rocilor, Lisabona, 1966, T-7, p. 249—255.

26. Anderson, W. şi Donald, J. S. Finite element method applied to rock mechanics. Lucrările Primului Congres al Societăţii Internaţionale de Mecanica Rocilor, Lisabona, 1966, T7, p. 317—321.

27. Jian Wang, Madan, M. Singh, A. Numerical method for the determinations of stress around underground opeings. Lucrările Primului Congres al Societăţii Internaţionale de Mecanica Rocilor, Lisabona, 1966, T-7, p. 363—373.

28. Salvador, F. Reyes, Don U. Deere. Elastic-plastic analysis of underground openings by the finite method. Lucrările Primului Congres al Societăţii Internaţionale de Mecanica Rocilor, Lisabona, 1966, T-7, p. 477—483.

29. Dikinson, G. Geological aspects of abnormal reservoir pressures in the Gulf Coast region of Louisiana S.U.A. Al treilea Congres Internaţional al Petrolului, Haga, 1951.

30. Baron, G. Habib, P. şi Castel, Y. Defcrmations des roches sous contraines. Influence de la pression interstitiell sur les caracteristique mécaniques des roches en conditions de fond În : Revue de l'Institute Français du Pétrole, Hors-Série, 1963, p. 78—96.

31. Lopatin, V. A. Cu privire la problema stabilităţii rocilor argiloase în cazul forajului sondelor de mare adîncime cu temperaturi mari de fund. În : Neft i gaz, nr.7, 1964.

32. Mortirosean, Determinarea însuşirilor termofizice ale rocilor în gaura de sondă. În : Neft i gaz, nr. 4, 1968.

33. Viloria, G. Thermal properties of rocks and fluids, Procedures Monthly, nr. 7, 1968.

34. Zurbarev, V. N. şi colab. Starea de tensiune a rocilor din pereţii găurilor de sondă. În : Neft. hoz, nr. 10, 1968.

35. Faradjev, I. S. Influenţa oscilaţiilor şi a scăderii temperaturii asupra rezistenţei rocilor din gaura de sondă. În : Az. Neft. hoz., nr. 5, 1968.

36. Gorodnov, V. D. Influenţa temperaturilor variabile asupra umflării rocilor argiloase. În : Burenie, nr. 8, 1964.

37. Jigaci, K. F., Adel, I. B. şi Gorodnov, V. D. În : Neft i gaz, nr. 5, 1961.

38. Preston, L. Moore, Importance of pressure control. În : Oil Gas J. **64**, nr. 3, ian. 17, 1966.

39. Preston, L. Moore, How to Handle Hole Problems? În : Oil Gas, J. **64**, nr. 7, febr. 14, 1966.

40. Iordache, G. Studiul presiunilor hidrodinamice care apar la manevrarea prăjinilor şi burlanelor în gaura de sondă. Teză de doctorat I. P. G. G., 1968.

41. Manolescu, G. Instabilitatea formaţiunilor argiloase. În : Petrol şi gaze, nr. 11, 1962.

42. Kelly, D. A new look at troublesome shale. În : Oil Gas J. **66**, nr. 24, iunie 10, 1968.

43. Kelly, J. D. Drilling problems shales În : Oil Gas J. **66**, nr 23, iun. 3, 1968.

44. Mondshinec, T. C. New fast-drilling muds provide hole stability. În : Oil Gas J. **64**, nr. 12, martie 21, 1966.

45. Mondshine, T. C. şi Kercheville, J. D. Shale-deshidratiaton point way to succesful gumboshale drilling. În : Oil Gas J. **64**, nr. 13, martie 28, 1966.

46. Weiss, J. W., Hulsei, W. L. şi Greavesî H. R. Cum se pot consolida marnele care sînt supuse unei autodispersări. În : World Oil, nr. 5, 1960.

47. Lopatin, V. A., Muhin, L. K. şi Jigaci, K. F. Influenţa fluidului de spălare asupra rocilor argiloase la forajul sondelor. În : Neft i Gaz, nr. 11, 1963.

48. Marcov, L. V. Cu privire la criteriile de stabilitate în sonde a rocilor argiloase. În : Industria petrolului, nr. 10, 1964.

49. Huan Jun-tzun, Baidiuk, B. V. Despre influenţa presiunii fluidului de spălare asupra stabilităţii rocilor argiloase în sonde. În : Neft i gaz, nr. 7, 1962.

50. Samsiev, A. A. Umectarea rocilor în timpul forajului. În : Industria Petrolului, nr. 9, 1960.

51. Manolescu, G. Este creşterea umidităţii formaţiunilor argiloase un fenomen real în condiţiile găurilor de sondă ? În : Petrol şi gaze, nr. 2, 1968.

52. Manolescu, G. Tratamentul clasic al noroiului de foraj nu poate da rezultate la traversarea argilelor cu conţinut anormal de apă. În: Petrol şi gaze, nr. 12, 1968.

53. *** What's new with mud? Conferinţă ţinută de reprezentantul firmei Baroid la sediul Ministerului Petrolului din Bucureşti, 1966.

54. Pesleak, I. A. Comportarea argilelor în timpul forajului şi exploatării sondelor. În : Industria Petrolului, nr. 12, 1960.

55. Manolescu, G. Corecţia care trebuie aplicată debitului şi presiunii în cazul forajului cu aer în formaţiuni instabile. În : Petrol şi gaze, nr. 3, 1966.

Construcţia curbelor gradientului de presiune după metoda Poettman şi Carpenter

C. Popescu

Pe baza studiului legilor curgerii amestecurilor de gaze şi de ţiţei în ţevi verticale s-au elaborat mai multe metode pentru a se cunoaşte variaţia presiunii în lungul ţevilor de extracţie. Dintre acestea, remarcabile sînt cele ale lui Poettmann şi Carpenter, cea a lui Crîlov, a lui Gilbert, precum şi una de dată mai recentă, a lui H. Duns şi N. Ros.

Pe baza legilor hidrodinamice şi a unor date de şantier luate la un mare număr de sonde eruptive şi în erupţie artificială, Poettmann şi Carpenter au stabilit o corelaţie (o lege) semiempirică, care permite construirea curbelor gradient (de variaţie a presiunii), în lungul ţevilor de extracţie pentru condiţii de curgere date.

Aceste curbe permit, în cazul sondelor eruptive, să se aprecieze efectul diametrului ţevilor de extracţie, al debitului şi al presiunii de fund, unul în funcţie de celălalt. De asemenea, pentru sondele în erupţie artificială, ele permit să se determine raţia optimă de injecţie, presiunea de injecţie, adîncimea la care trebuie să se injecteze gazele, energia consumată pentru ridicarea ţiţeiului, precum şi influenţa mărimii ţevilor de extracţie asupra parametrilor menţionaţi, date extrem de importante şi, în acelaşi timp, foarte sugestive.

Poettmann şi Carpenter consideră curgerea amestecului de ţiţei, gaze şi apă ca o curgere monofazică, avînd ca bază pentru calcule, bilanţul energetic al curgerii între două puncte pe ţevile de extracţie, unde presiunile sînt P_1 şi, respectiv, P_2.

Potrivit legii conservării energiei, energia totală a unei cantităţi de fluid ce intră în sistem (în punctul 1) trebuie să fie egală cu energia aceleiaşi cantităţi de fluid ce părăseşte sistemul (în punctul 2), plus energia cedată mediului înconjurător.

Bilanţul energetic al unui kilogram de fluid pentru cele două secţiuni este :

$$Vp_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = Vp_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + F + \tau, \quad (1)$$

în care :

V este volumul specific, m^3/kgf;

F — pierderea de energie între cele două secţiuni rezultată din frecări, alunecări etc ;

τ — lucrul mecanic exterior, executat de fluid între cele două secţiuni (cum ar fi, de exemplu, mişcarea paletelor unei elice).

Scrisă sub formă diferenţială, relaţia (1) capătă forma :

$$V\mathrm{d}p + \mathrm{d}h + \mathrm{d}\left(\frac{v^2}{2g}\right) + \mathrm{d}F + \mathrm{d}\tau = 0 \quad (2)$$

sau, sub forma diferenţialelor finite :

$$\int_{p_1}^{p_2} V\mathrm{d}p + \Delta h + \Delta\left(\frac{v^2}{2g}\right) + F + \tau = 0 \quad (3)$$

Avînd între cele două secţiuni o curgere omogenă şi staţionară, lucrul mecanic exterior efectuat de fluid este zero.

Pe de altă parte, gradientul de viteză fiind mic, termenul $\Delta\left(\frac{v^2}{2g}\right)$ devine foarte mic în comparaţie cu ceilalţi termeni şi poate fi neglijat.

Deci, ecuaţia (3) se reduce la forma :

$$\int_{p_1}^{p_2} V\mathrm{d}p + \Delta h + F = 0 \quad (4)$$

în care :

p — presiunea, kgf/m^2 ;

Δh — diferenţa de nivel dintre cele două secţiuni, egală, de obicei, cu adîncimea sondei sau cu adîncimea la care se face injecţia, m.

Valoarea absolută a termenului $\int_{p_1}^{p_2} V\mathrm{d}p$ trebuie să fie mai mare sau egală cu Δh, ceea ce înseamnă că F trebuie să fie zero sau un număr pozitiv. În caz contrar, datele de şantier sau datele PVT nu sînt aplicabile. Dacă, de exemplu, s-ar construi curba gradient avînd presiunile

P_1 și P_2 pentru un debit dat, F poate fi negativ numai dacă debitul considerat este prea mare pentru a da o cădere de presiune $P_1 - P_2$.

Conform relației lui Fanning;

$$F = \frac{2\bar{v}^2}{g} \cdot \frac{\Delta h}{d} \cdot f, \qquad (5)$$

în care:

v este viteza medie a amestecului între secțiunile 1 și 2, corespunzător presiunilor P_1 și P_2, m/s;
d — diametrul țevilor de extracție, m;
f — coeficientul de frecare adimensional.

Înlocuind valoarea lui F în relația (4), se obține:

$$\Delta h = \frac{-\int_{p_1}^{p^2} V\mathrm{d}p}{1+\frac{2\bar{v}^2}{gd} \cdot f} = \frac{\int_{p_2}^{p_1} V\mathrm{d}p}{1+\frac{2\bar{v}^2}{gd} \cdot f} \qquad (6)$$

Ținînd seama de faptul că:

$$V = \frac{V_m}{M} \text{ și } \bar{v} = \frac{Q\overline{V}_m}{86\,400.0{,}785 \cdot d^2}$$

în care:

Q este debitul de țiței al sondei, m³/24 h;
d — diametrul țevilor de extracție, m;
V_m — volumul pe care-l ocupă într-un punct din țevile de extracție, avînd o presiune și o temperatură dată, un metru cub de țiței mort, împreună cu apa și cu gazele care-l însoțesc, $\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3 \text{ țiței mort}}$;
M — greutatea unui metru cub de țiței mort, plus greutatea totală a gazelor și a apei care-l însoțesc, kgf/m³ țiței mort;
$\overline{V}_m$ — valoarea medie a lui V_m, rezultată din integrare între limitele P_1 și P_2, m³/m³ țiței mort;

ecuația (6) devine:

$$\Delta h = \frac{\frac{1}{M}\int_{p_2}^{p_1} V_m\mathrm{d}p}{1+\frac{2fQ^2\overline{V}_m^2}{g \cdot 86\,400^2 \cdot 0{,}785^2 \cdot d^5}} = \frac{\frac{1}{M}\int_{p_2}^{p_1} V_m\mathrm{d}p}{1+\frac{fQ^2\overline{V}_m^2}{2{,}25 \cdot 10^{10} \cdot d^2}} \qquad (7)$$

Împărțind ambii termeni ai ecuației (7) cu $\Delta P = (P_1 - P_2)$ și inversînd fracțiile, se obține expresia ce dă valoarea gradientului de presiune:

$$\frac{\Delta p}{\Delta h} = \frac{1+\frac{f \cdot Q^2 \cdot \overline{V}_m^2}{2{,}25 \cdot 10^{10} \cdot d^5}}{\frac{1}{M}\int_{p_2}^{p_1} V_m\mathrm{d}p} \qquad (8)$$

După cum s-a văzut: $\rho = \frac{M}{V_m}$ iar $\bar{\rho} = \frac{M}{\overline{V}_m}$,

în care:

ρ este greutatea specifică a amestecului într-un punct din țevile de extracție;
$\bar{\rho}$ — greutatea specifică medie a amestecului, obținută prin integrare între P_1 și P_2;

$$\bar{\rho} = \frac{M}{\frac{\int_{p_2}^{p_1} V_m\mathrm{d}p}{\Delta p}} = \frac{M\Delta p}{\int_{p_2}^{p_1} V_m\mathrm{d}p} \qquad (9)$$

Substituind valoarea dată de ecuația (9) în ecuația (8), se obține: $\frac{\Delta p}{\Delta h} = \bar{\rho}\left(1+\frac{fQ^2\overline{V}_m^2}{2{,}25 \cdot 10^{10} \cdot d^5}\right) =$

$$= \bar{\rho}\left(1+\frac{f \cdot Q^2\overline{V}_m^2}{2{,}25 \cdot 10^{10} \cdot d^5} \cdot \frac{M^2}{M^2}\right) =$$

$$= \bar{\rho}\left[1+\frac{fQ^2M^2}{2{,}25 \cdot 10^{10} \cdot d^5\bar{\rho}^2}\right]$$

sau: $\frac{\Delta p}{\Delta h} = \bar{\rho} + \overline{K}\bar{\rho}$ unde $\overline{K} = \frac{fQ^2M^2}{2{,}25 \cdot 10^{10} \cdot d^5\bar{\rho}^2}$.

$\overline{K}$ este o funcție de QM și de $\bar{\rho}$, iar f, care intră în expresia sa, este, așa cum se va vedea în continuare, o funcție de QM.

Pentru a determina valoarea lui f, Poettmann și Carpenter au folosit datele de producție de la un mare număr de sonde eruptive și în erupție artificială, și anume, Q și M pentru un diametru d dat, date PVT și gradienții de presiune și de temperatură P_1 și P_2, respectiv T_1 și T_2.

În acest fel ei au găsit o corelație între valoarea lui f și produsul $\rho \cdot d \cdot v$ (de fapt un număr al lui Reynolds).

Produsul $\rho \cdot d \cdot v$ se poate exprima în funcție de datele sondei. Astfel:

$$\rho \cdot d \cdot v = \frac{M}{V_m} \cdot d \cdot \frac{Q \cdot V_m}{86\,400 \cdot 0{,}785 \cdot d^2} =$$

$$= 1{,}4737 \cdot 10^5 \frac{QM}{d}.$$

Pentru calcule se va lua $\rho \cdot d \cdot v = 1{,}4737 \times \times 10^{-5} \frac{QM}{1{,}5 \cdot d}$.

Valoarea 1,5 la numitor apare din transformarea unităților de măsură, pentru a se putea folosi diagrama $f = f(\rho \cdot v \cdot d.)$ construită de Poettmann și de Carpenter (fig. 1).

Q, M și d se exprimă în unitățile specificate. (După cum se observă, f care este o mărime adimensională, este în funcție de produsul $\rho \cdot v \cdot d$ care este dimensional; datorită însă

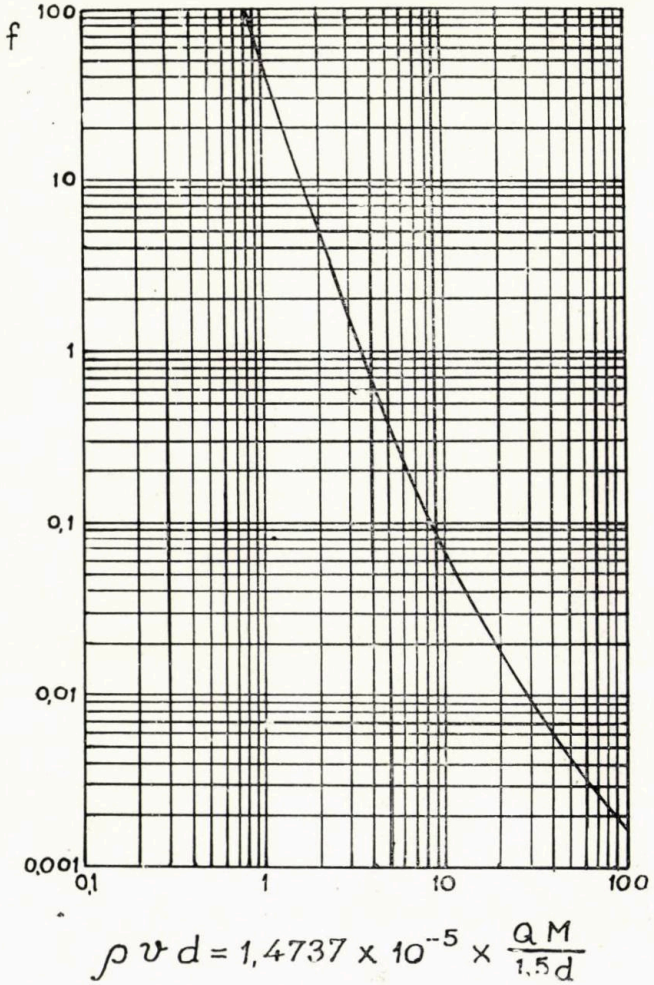


Fig. 1.

turbulenței excesive, curgerea nu este influențată de viscozitate, astfel că produsul $\rho.v.d.$ variază ca și produsul $\frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$ produs ce reprezintă numărul lui Reynolds, adică tot o mărime adimensională). Cu ajutorul lui f se calculează $\overline{K}$, iar cu ajutorul lui $\overline{K}$ se determină gradienții de presiune $\frac{\Delta p}{\Delta h}$ în funcție de produsul QM și $\overline{\rho}$, așa cum se vede în exemplul care urmează.

Exemplu practic

La o sondă se cunosc următoarele date:

- Debitul de țiței al sondei, $Q = 48$ m³/24 h.
- Greutatea specifică a țițeiului, $\gamma_t = 0{,}814$ kgf/dm³.
- Rația gaze—țiței, $G_0 = 168$ Nm³/m³.
- Greutatea relativă a gazului în raport cu aerul este 0,816 (greutatea specifică a aerului 1,225 kgf/m³).
- Țevi de extracție de $2^1/_2''$, $d = 62$ mm.
- Presiunea de fund, $P_1 = 172$ kgf/cm².
- Presiunea la capul de erupție, $P_2 = 58$ kgf/cm².
- Adîncimea la mijlocul perforaturilor, $H_p = 2\,075$ m.
- Procentul de apă, $n = 0\%$.
- Temperatura medie în sondă, $T = 38°C$.

Rezolvare

(Notațiile au semnificația din text)

$$M = \gamma_t + G_0 \gamma_g + R_a \gamma_a \qquad (1)$$

Primul termen reprezintă greutatea unui metru cub de țiței mort, al doilea greutatea gazelor care-l însoțesc, iar al treilea greutatea apei de care este însoțit acest metru cub de țiței.

$$R_a = \frac{Q_{apă}}{Q_{țiței}}.$$

În cazul de față, $R_a = 0$. Deci:

$$M = 814 + 168 \times 1{,}225 \times 0{,}816 = 980 \text{ kgf/m}^3 \text{ țiței mort.}$$

Pentru a construi grupele ce dau gradientul de presiune, trebuie determinat factorul de frecare f. În acest scop se determină, ținînd seama de datele specificate, produsul $(\rho \cdot v \cdot d)$:

$$d \cdot v \cdot \rho = 1{,}4737 \times 10^{-5} \times \frac{MQ}{1{,}5\,d} = 1\,4737 \times \qquad (2)$$

$$\times 10^{-5} \times \frac{980 \times 48}{1{,}5 \times 0{,}062} = 7{,}51.$$

În continuare trebuie calculată valoarea expresiei $\int_{p_2}^{p_1} V_m \, dp$. Așa cum se vede din definiția sa, V_m se poate calcula cu ajutorul coeficientului de volum bifazic u:

$$V_m = u + Q_a/Q_t$$

În cazul de față, $Q_a = 0$.

Expresia $\int_{p_2}^{p_1} V_m \, dp$ devine: $\int_{p_2}^{p_1} u \, dp$.

Rezolvarea integralei se face pe cale grafică, reprezentînd $u = f(p)$, folosind în acest scop nomograma lui Standing (fig. 2).

TABELA 1

$(P \times 10^{-4})$ kgf/m²	u	$(P \times 10^{-4})$ kgf/m²	u
54,5	3,05	120	1,66
58	2,85	130	1,60
60	2,79	140	1,54
70	2,44	150	1,50
80	2,18	160	1,45
90	2	170	1,40
100	1.85	172	1,38
110	1,76		

Valorile din tabela 1 sînt redate grafic în figura 3.

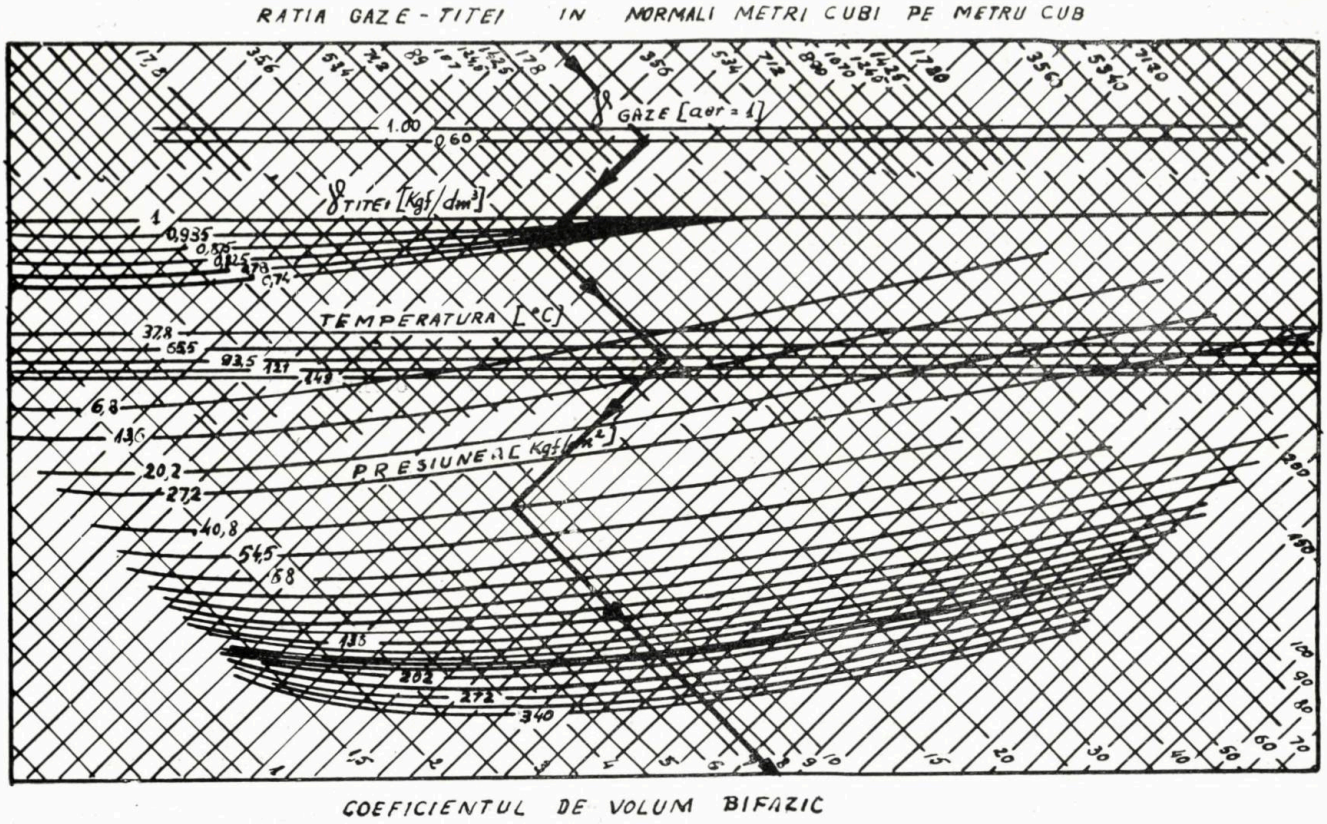

RAȚIA GAZE - ȚIȚEI IN NORMALI METRI CUBI PE METRU CUB
GAZE [aer = 1]
ȚIȚEI [Kgf/dm³]
TEMPERATURA [°C]
PRESIUNEA [Kgf/cm²]
COEFICIENTUL DE VOLUM BIFAZIC

Fig. 2.

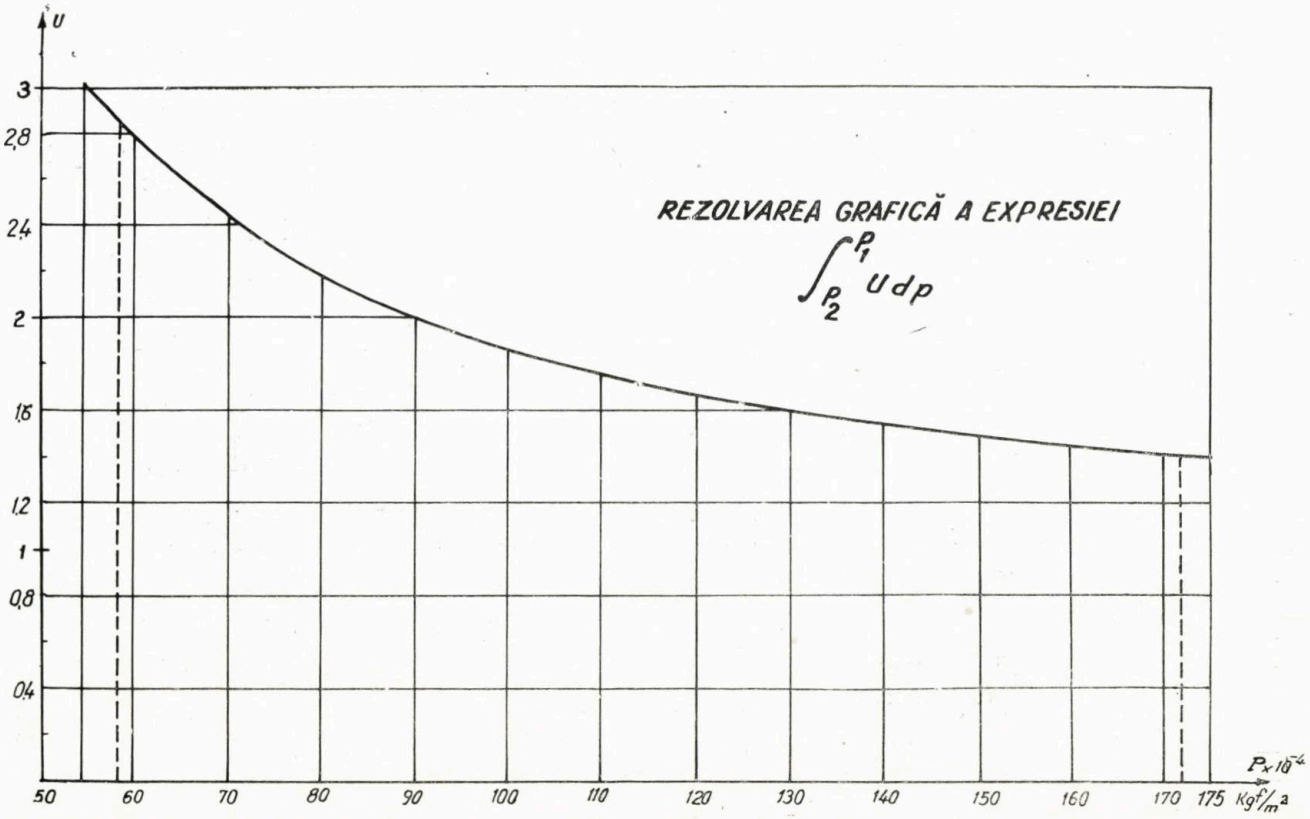

U
REZOLVAREA GRAFICĂ A EXPRESIEI
$\int_{P_2}^{P_1} U dp$
P x 10⁻⁴ Kgf/m²

Fig. 3.

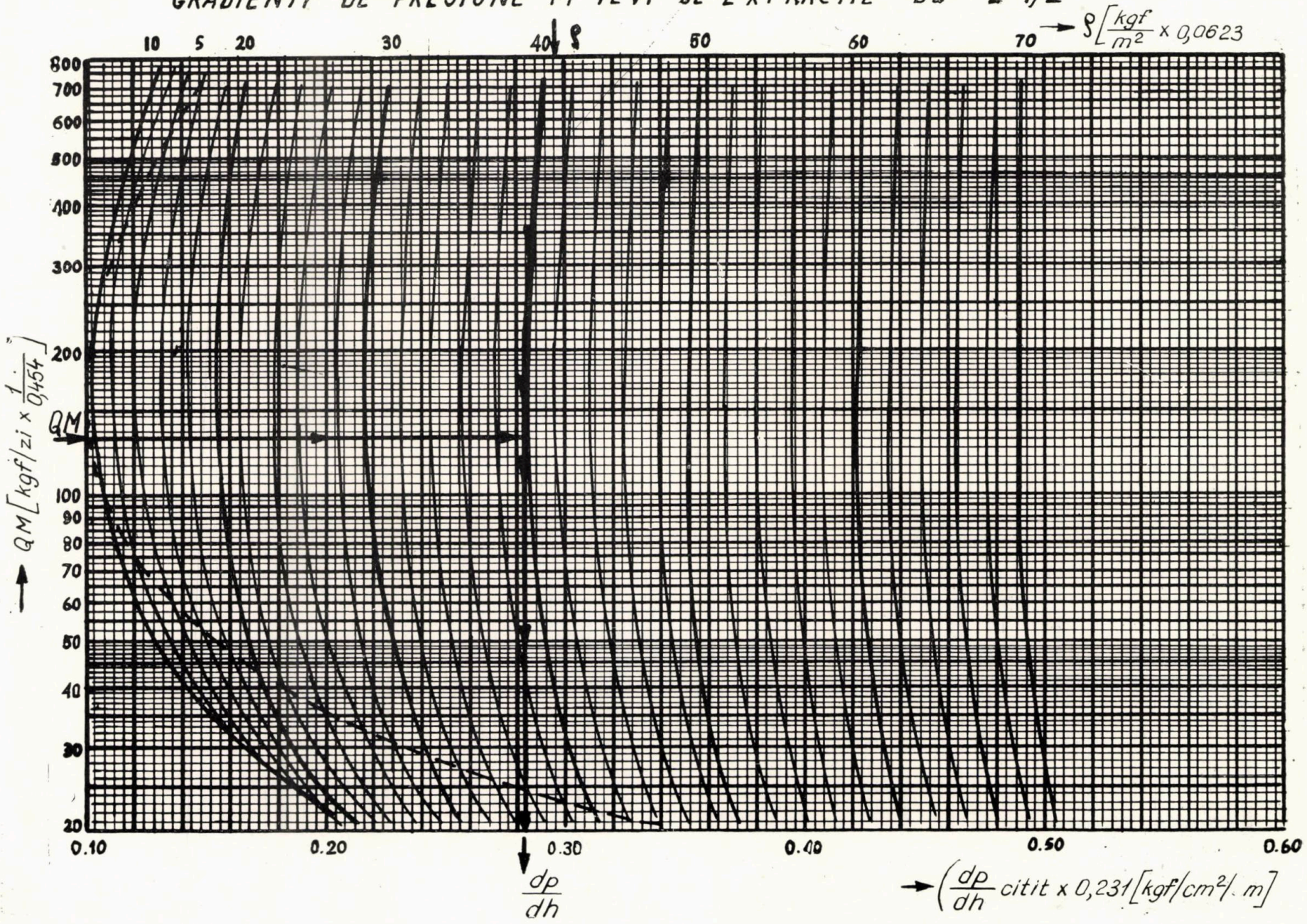

GRADIENTI DE PRESIUNE PT TEVI DE EXTRACTIE DE 2 1/2"
10 5 20 30 40 50 60 70
S
S [kgf/m² x 0,0623
800 700 600 500 400 300 200 100 90 80 70 60 50 40 30 20
QM
QM [kgf/zi x 1/0454]
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60
dp/dh
(dp/dh citit x 0,231 [kgf/cm²/m]

Fig. 4.

Valoarea expresiei $\int_{p_2}^{p_1} u\,dp$ este determinată de aria de sub curba $u = f(p)$. Planimetrînd se obţine :

$$\int_{p_2}^{p_1} V_m\,dp = \int_{p_2}^{p_1} u\,dp = 215,6 \times 10^4 \text{.kgf/m}^3 \quad (3)$$

ţiţei mort.

Făcînd substituirea în (4) şi ţinînd seama de faptul că $V = \frac{V_m}{M}$, se obţine :

$$F = \frac{1}{M}\int_{p_2}^{p_1} V_m\,dp - \Delta h. \quad (4)$$

$$(\Delta h = H_p = 2\,075 \text{ m}).$$

$$F = \frac{1}{980} \times 215,6 \cdot 10^4 - 2\,075 = 125 \text{ m}.$$

În continuare se determină valoarea lui $\overline{V}_m$.

$$\overline{V}_m = \frac{\int_{p_2}^{p_1} V_m\,dp}{p_1 - p_2} = \frac{215,6 \times 10^4}{172 - 58.10^2} = 1,92. \quad (5)$$

Acest 1,92 este, de fapt, un u_{mediu}.

Valoarea factorului de frecare f, după relaţia lui Fanning, este :

$$f = \frac{g.F.D.}{2 \cdot \Delta h \cdot \overline{v}^2},$$

unde

$$\overline{v} = \frac{Q \cdot V_m}{\frac{\pi}{4} d^2 \cdot 86\,400}$$

Făcînd înlocuirile :

$$v = \frac{48 \times 1,92}{\frac{\pi}{4} \times 0,062^2 \times 86\,400} = 0,354 \text{ m/s, iar} \quad (6)$$

$$f = \frac{9,81 \times 125 \times 0,062}{2 \times 2\,075 + 0,354^2} = 0,147 \quad (7)$$

Deci, lui $\rho \cdot v \cdot d = 1,4737 \times 10^{-5} \times \frac{QM}{1,5d} =$

$= 7,51$, îi corespunde $f = 0,147$.

În acest mod s-a construit un punct al diagramei dublu logaritmice, reprezentată în figura 1, $f = f(\rho \cdot v \cdot d)$.

Pe baza măsurărilor făcute la un număr mare de sonde în erupţie naturală şi artificială, utilizînd de la aceste sonde datele care s-au folosit anterior, Poettmann şi Carpenter au construit diagrama $f = f(\rho \cdot v \cdot d)$.

Această diagramă este foarte utilă, deoarece cunoscînd valoarea lui f se pot construi curbele ce dau gradientul de presiune $\frac{\Delta p}{\Delta h}$, în funcţie de produsul QM şi de densitatea fluidului ρ (fig. 4).

Pentru a construi aceste diagrame este necesar să se cunoască diametrul ţevilor de extracţie şi produsul QM.

Presupunînd, de exemplu, că la o sondă $QM = 45\,000$ kgf fluid produs pe zi, iar ţevile cu care este echipată sonda sînt de $2^1/_2''$, rezultă :

$$\rho \cdot v \cdot d = 1,4737 \times 10^{-5} \times \frac{45\,400}{1,5 \times 0,62} = 7,2 \quad (1)$$

În funcţie de această valoare, folosind diagrama ce dă valoarea lui f, se găseşte că $f = 0,125$.

Admiţînd o densitate a fluidului $\rho = 640$ kgf/m^3, rezultă valoarea lui K.

$$K = \frac{fQ^2 M^2}{2,25 \times 10^{10} \times d^5 \times \rho^2} =$$

$$= \frac{0,125 \times 45\,000^2}{2,25 \times 10^{10} \times 0,062^5 \times 640^2} = 0,0302. \quad (2)$$

Avînd valoarea lui K, se determină :

$$\frac{\Delta p}{\Delta h} = \rho + K\rho = 640 + 0,0302 \times 640 = \quad (3)$$

$$= 659,4 \text{ kgf/m}^3 = 0,06594 \simeq 0,066 \frac{\text{kgf/cm}^2}{\text{m}}.$$

Pentru a trasa una din curbe, se păstrează acelaşi ρ şi se dau diferite valori produsului QM ; după aceea se alege altă valoare pentru ρ şi se procedează astfel în continuare. În acest fel au fost construite curbele din figura 4 pentru 2 1/2'', care au numeroase aplicaţii practice. În mod identic se construiesc curbele pentru diametrele de 2 şi 3''.

Bibliografie

1. Ioachim, Gr. Exploatarea zăcămintelor de ţiţei şi gaze, Ed. tehnică, Bucureşti, 1965.
2. Craft, B. C., Holden, V. R., Graves, E. D. Well design (drilling and production). Prentice Hall Inc., New Jersey, 1962.
3. Popescu, C. Comunicare la sesiunea ştiinţifică jubiliară a cadrelor didactice din I. P. G. G., 1969.
4. * * * Camco Gas Lift Manual – H. W. Winkler and Sidney Smith Houston, Texas, 1962.
5. Pao, R. H. Fluid mechanics; New-York and London. John Wiley and Sons, 1961.

Determinarea electrofotocolorimetrică a conţinutului de fier din păcuri şi cocsuri de petrol

Ana Şerbănescu,
I. Bodiu,
A. Chiş şi
M. Giura

Dezvoltarea intensă a industriei de petrol, în scopul unei valorificări mai complexe şi mai raţionale a ţiţeiului, se bazează deseori pe studiul analitic aprofundat al materiei prime şi al produselor obţinute.

Pentru o bună cunoaştere a calităţii produselor petroliere, se folosesc numeroase metode de analiză fizice, chimice sau fizico-chimice.

Se ştie [1, 2, 3, 4] că elementele metalice existente în ţiţeiuri se concentrează, în general, în reziduuri, cum sînt păcurile şi cocsurile.

Cantitatea crescută de metale din unele păcuri şi produse supuse cracării catalitice are drept rezultat un efect de alterare completă a suprafeţei catalizatorului de cracare, putînd duce uneori la înfundarea reactorului [2].

Din aceste motive, o cunoaştere cît mai exactă a cantităţilor componenţilor metalici ai ţiţeiurilor şi ai produselor lor este deosebit de utilă în tratarea unor probleme practice importante care pretind o examinare mai temeinică a compoziţiei acestora.

Cercetarea componenţilor metalici ai ţiţeiurilor şi ai produselor petroliere constituie o problemă relativ nouă şi din ce în ce mai des abordată în ultimul timp.

În lucrarea de faţă este redată determinarea conţinutului de fier în păcuri şi din cocsuri de petrol.

Pentru rezolvarea problemei, în literatura de specialitate, sînt descrise unele metode chimice [5, 6, 7], spectrografice [8, 9, 10], analize prin emisie de raze X [11, 12] şi metode colorimetrice. Metodele colorimetrice de determinare a fierului din cenuşile de petrol folosesc drept reactivi tiocianatul de amoniu [13] şi ortofenantrolina [13, 14, 15].

Reactivul α, α'-dipiridilul s-a folosit la determinarea fierului din biomateriale, roci silicioase, apă şi fosforite naturale [16—25].

Acest reactiv s-a utilizat însă foarte puţin pentru determinarea fierului din ţiţeiuri, [26, 27].

În lucrarea prezentă s-a folosit metoda electrofotocolorimetrică pentru determinarea fierului, prin complexarea Fe (II) cu reactivul organic specific α, α'-dipiridilul, cu care se obţine un cation complex chelat, de culoare roşie [24, 25, 28]; metoda nu a mai fost folosită la determinarea fierului în păcuri, cocsuri şi ţiţeiuri romîneşti. S-a aplicat cu unele mici adaptări. Determinările executate pe amestecuri sintetice au dus la rezultate pe deplin concordante cu cele teoretice.

I. Partea experimentală

S-a determinat electrofotocolorimetric cantitatea de fier din şase păcuri: parafinoase, uleioase sau provenind din amestec de ţiţeiuri parafinoase şi uleioase şi din păcuri cracate. De asemenea, fierul s-a determinat din patru cocsuri provenite din ţiţeiuri parafinoase şi din amestec de ţiţeiuri parafinoase şi uleioase.

Aparatură

Măsurarea densităţii optice s-a executat cu electrofotocolorimetrul tip F.E.K.—M. S-a folosit spectrofiltrul pentru $\lambda = 505$ mμ (albastru-verde) şi cuvele cu grosimea de strat $l = 2$ cm. În cuva pentru comparaţie s-a întrebuinţat apă distilată.

Reactivi

— Soluţie α, α'-dipiridil 0,1% în apă. Într-un balon cotat de un litru se dizolvă în apă distilată 1 g α, α'-dipiridil. Dizolvarea completă se realizează pe baie de apă. După răcire se completează balonul pînă la reper cu apă distilată.

— Soluţie-etalon de fier. Se dizolvă 1,4040 g sare Mohr cristalizată p.a. în apă distilată conţinînd 5 ml H_2SO_4 concentrat, într-un balon cotat de 1 l, apoi se diluează exact pînă la reper; un ml soluţie conţine 0,2 mg fier. Pentru construirea curbei-etalon această soluţie se diluează de zece ori.

— Clorhidrat de hidroxilamină 10% în apă. Se iau, într-un pahar Erlenmayer (de 100 ml), 10 ml soluţie de $NH_2OH.HCl$, se adaugă trei sau patru picături de soluţie indicator albastru de bromfenol şi se titrează cu NaOH 20%, pînă la culoarea albastră (pH = 4,6). Ţinînd seama de numărul de ml NaOH folosiţi la această titrare, se adaugă proporţional NaOH la soluţia de $NH_2OH.HCl$ pregătită.

— Indicator albastru de bromfenol soluţie 0,1% în alcool etilic.

— Soluţie de NaOH 20%.

— Soluţie-tampon : 100 ml acid acetic 2% se amestecă cu 100 ml soluţie de acetat de sodiu 3% (care nu conţine fier).

— Acid clorhidric concentrat p.a. și acid azotic concentrat p.a.

Descrierea metodei

a. *Curba etalon*

Din soluția-etalon de fier, cu conținut de 0,02 mg/cm³, se iau 5 cm³ într-un pahar Erlenmeyer, se adaugă trei sau patru picături de soluție de indicator albastru de bromfenol și se titrează cu soluție-tampon pînă ce culoarea galbenă, a indicatorului în mediul mai acid, trece la albastru (pH = 4,6). Numărul de cm³ de soluție-tampon folosiți în titrare se repartizează fiecărui cm³ de soluție-etalon de fier.

În baloane de 50 cm³ se pregătesc 12 probe, măsurîndu-se cu microbiureta soluție-etalon de 0,02 mg fier/cm³, de la 0,25 cm³; 0,5; 1; 1,5; 2 pînă la 5,5 cm³.

În fiecare balon se adaugă soluție-tampon corespunzător volumului de soluție-etalon de fier folosită.

Apoi se mai adaugă fiecărei probe cîte un cm³ hidroxilamină 10%, pentru reducerea Fe^{3+} la Fe^{2+} și 6 cm³ soluție α, α'-dipiridil 0,1%. Se păstrează probele la 20°C timp de 1 oră, pentru a se asigura completa reducere a fierului. Se aduce volumul soluțiilor la reper cu apă distilată, se agită baloanele și se măsoară densitatea optică a soluțiilor.

După măsurări se trasează curba analitică, dependența densității optice de concentrația fierului. Curba este valabilă pentru 0,005 mg fier la 0,116 mg fier în 50 cm³ volum final, sau 0,1 γ la 2,4 γ Fe/cm³ soluție finală și pentru cuvele de fotocolorimetrare cu $l = 2$ cm.

b. *Determinarea fierului din păcuri și din cocsuri*

Tehnica folosită pentru obținerea reziduului mineral al păcurilor și al cocsurilor cercetate a fost cea pe cale uscată.

Pentru determinarea fierului s-a lucrat pe probe de cenușă, din produsul petrolier cercetat, de 0,100 pînă la 0,150 g, în pahare de 100—150 cm³. Se poate lucra însă pe probe cu mult mai mici. Toate probele se umectează cu puțină apă distilată și se tratează cu cîte 10 cm³ HCl concentrat, evaporîndu-se la sec. Reziduul se reia cu 10 cm³ amestec Lunge și se încălzește din nou pînă la sec. Se mai adaugă 10 cm³ HCl concentrat și se evaporă iarăși la sec. După ultima evaporare, probele se mențin pe baia de nisip, la circa 125°C, timp de 30—40 min.

În fiecare pahar, peste reziduul rece se adaugă 4 cm³ HCl concentrat, iar după 2—3 min, 20 cm³ apă caldă, după care se fierb puțin probele. Conținutul fiecărui pahar se trece cantitativ, prin filtrare pe hîrtie bandă albastră, în balon cotat de 100 cm³, iar după spălarea filtrului de cinci pînă la șapte ori cu apă, baloanele se aduc la reper și se agită.

Înainte de a pregăti probele de fier pentru fotocolorimetrare, se stabilește volumul de soluție-tampon cerut pentru obținerea pH-ului de 4,6 al soluțiilor de analizat. Se procedează cu 5 cm³ din soluția cenușilor, care se află în baloane de 100 cm³, identic ca în cazul obținerii curbei-etalon.

La pregătirea probelor de dozat se măsoară 0,1—1 cm³ soluție, cu o micropipetă, din balonul de 100 cm³, în balon de 50 cm³, apoi se adaugă soluția-tampon de acetat necesară. Mai departe se procedează ca în cazul curbei-etalon. După citirea densității optice, concentrația se stabilește folosind curba de etalonare și cantitatea de probă de cenușă luată în lucru. Rezultatul se exprimă în % Fe în cenușă, apoi se calculează în p.p.m. din produsul petrolier cercetat.

II. Discutarea determinării și a rezultatelor obținute

Reactivul de culoare α, α'-dipiridilul formează cu sărurile de fier bivalent [24, 25, 28], în soluție slab acidă (pH = 3,5—5,8), o sare complexă, solubilă, de culoare roșie intensă. Cationul complex chelat are formula: $[Fe(\alpha, \alpha'\text{-dipiridil})_3]^{2+}$; α, α'-dipiridilul în prezența fierului trivalent nu dă nici o colorație. Se poate astfel determina colorimetric Fe(II) în prezența unor importante cantități de Fe(III). Asemenea dozări se folosesc, în special, în studii biologice [16—22, 25, 29].

α, α'-dipiridilul este superior unor reactivi pentru determinarea Fe(III), ca, de exemplu, tiocianatul de amoniu, pe care îl substituie avantajos, reducînd în prealabil fierul la Fe(II).

Întrucît intensitatea culorii depinde în limite largi de pH-ul mediului, soluțiile de analizat se tamponează pentru menținerea pH-ului în jurul valorii de 4,5. De aceea se stabilește cantitatea de amestec tampon, acetat sau citrat, cerută de menținerea pH-ului [24, 25].

Variația intensității culorii soluțiilor cationului complex Fe(II) α, α'-dipiridil, în funcție de concentrația fierului, urmează foarte îndeaproape legea colorimetriei a lui Beer.

Figura 1 reprezintă curba-etalon pentru determinarea fierului, variația liniară a densității optice cu concentrația fierului din seria soluțiilor-etalon.

Pentru verificarea soluției-etalon, cu conținut de 0,2 mg fier/cm³, s-au luat probe de cîte 100 cm³ și s-a dozat fierul gravimetric. S-a stabilit concentrația de 0,21 mg/cm³.

Proporția reactivului a fost de 6 cm³ α, α'-dipiridil 0,1%. Pentru concentrații mai mari de 116 γ Fe/50 cm³ volum final, proporția de α, α'-dipiridil trebuie mărită, întrucît este necesar totdeauna un mare exces, colorația soluției depinzînd de acesta [20, 21, 22].

Întrucît în oricare operaţie de fotocolorimetrare se cere a fi stabilită lungimea de undă (λ), adică să se cunoască spectrofiltrul cu care se obţine densitatea optică maximă a soluţiei

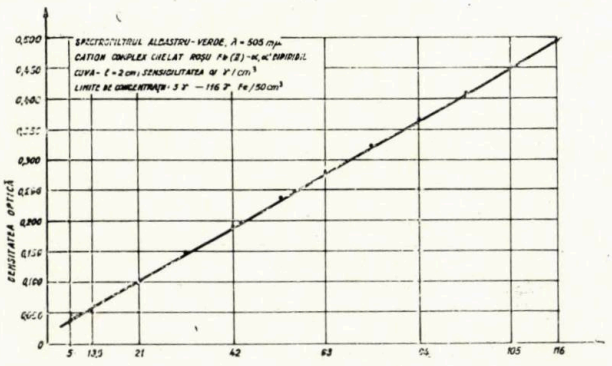


Fig. 1. Curba-etalon pentru determinarea fierului din păcuri şi cocsuri de petrol.

colorate, s-au executat verificări, determinîndu-se spectrul de absorbţie, în domeniul vizibil, al complexului cu fierul, în cîteva soluţii de concentraţii diferite, la pH = 4,6.

În figura 2 sînt reprezentate spectrele de absorbţie electronică ale complexului Fe(II) — α, α'-dipiridil pentru soluţii cu concentraţiile:

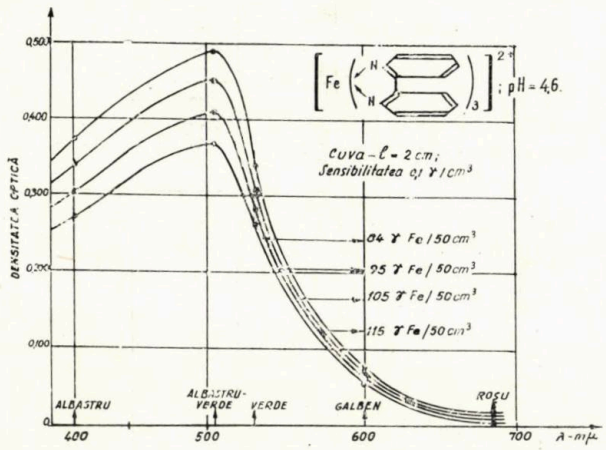


Fig. 2. Spectre de absorbţie electronică pentru complexul Fe (II) — α, α'-dipiridil.

84 γ Fe/50 cm³, 95 γ Fe/50 cm³, 105 γ Fe/50 cm³ şi 116 γ Fe/50 cm³.

Din curbele de culoare (de extincţie) ale complexului Fe(II) — α, α'-dipiridil se observă că intensitatea maximă de absorbţie se află la λ = 505 mμ (fig. 2).

S-a verificat, de asemenea, stabilitatea culorii soluţiilor de Fe(II) — α, α'-dipiridil, fotocolorimetrîndu-se aceleaşi soluţii la intervale diferite de timp. Astfel, a rezultat că după 30 de zile intensitatea culorii, la unele probe, a scăzut cu cel mult 4,5% la soluţiile cele mai diluate, iar la cele concentrate pînă la cel mult 2,5%.

Pentru a verifica metoda de determinare electrofotocolorimetrică a fierului, ca complex Fe(II) — α, α'-dipiridil, în reziduul mineral al păcurilor şi al cocsurilor de petrol, s-au efectuat cîteva analize pe probe obţinute sintetic, conţinînd fierul ca element cu concentraţie variabilă adăugat ca soluţie-etalon la un amestec de V_2O_5, Al_2O_3, SiO_2, $CaCO_3$, $MgCO_3$ şi NaCl. Aceste probe s-au dezagregat şi s-au trecut prin toate fazele analizei. Cantitatea de fier găsită a concordat cu cea adăugată, cu abateri de la — 0,08 la + 0,12%, care au dus la erori relative de la 0,58 la 1,77%. Aceste erori se referă la cantităţi de 30 la 60 γ Fe în 50 cm³ soluţie fotocolorimetrată, adică pentru 4,50 la 10,30% Fe în probele analizate.

Rezultă că elementele anorganice (V, Al, Si, Ca, Mg, Na, Cl) prezente în probele sintetice discutate nu influenţează asupra determinării fierului, decît în limite de erori admise. Elementele menţionate sînt cele care, în cenuşile de ţiţeiuri, de păcuri sau de cocsuri, se află în proporţii mai mari.

Numeroase metale formează complecşi cu reactivul α, α'-dipiridilul, dar în majoritatea lor sînt incolori şi solubili; de aceea este necesară adăugarea unui exces convenabil de reactiv [20—22].

În literatura de specialitate [17, 20, 21] se arată că metalele Cu, Al, Zn, Mg, Hg, Fe(III), PO_4^{3-}, în proporţii de zece ori mai mari decît a Fe(II), nu influenţează asupra determinării acestuia din urmă cu α, α'-dipiridil. Singur anionul oxalat, $C_2O_4^{2-}$, interferă puternic şi de aceea trebuie eliminat înaintea începerii determinărilor.

În tabela 1 sînt trecute datele determinărilor electrofotocolorimetrice şi conţinuturile de fier pentru cocsurile şi păcurile cercetate, de proveniență cunoscută, precum şi conţinutul de cenuşă al acestora.

Executînd determinări paralele de două sau trei probe separate de cenuşi, pentru fiecare din păcurile şi cocsurile analizate, s-a constatat (tabela 1) că metoda oferă rezultate reproductibile, cu o eroare relativă în valoare medie de 1,29%, variind de la 0,33 la 2,77%.

Metoda poate avea o largă utilizare la determinarea fierului din ţiţeiuri, păcuri, cocsuri şi din alte derivate sau produse petroliere, în limite de concentraţii foarte variate, pretîndu-se a fi întrebuinţată cu succes în cazul analizelor în serie.

Din tabela 1 se constată că, în cenuşa păcurilor şi a cocsurilor cercetate, conţinutul de fier variază de la 4,07 la 13,27%. În cenuşa păcurilor nu depăşeşte 6,09% (face excepţie proba VII), pe cînd în cazul cenuşilor provenind din cocsuri, fierul se află în concentraţie cu mult mai mare, de la 9,17 la 13,27%.

Acelaşi lucru se observă în ceea ce priveşte conţinutul de fier în produsele petroliere ca

TABELA 1

Determinarea electrofotocolorimetrică a conținutului de fier, ca complex Fe(II) – α, α′ – dipiridil, din păcuri și din cocsuri de petrol (reproductibilitatea)

Nr. probei	Denumirea probei și proveniența produsului analizat	Cenușă, %	Mărimea probei de cenușă, g	Densitatea optică D (media)	Determinări individuale: concentrația Fe, mg/50, cm^3	Determinări individuale: concentrația Fe, total probă, mg	Determinări individuale: concentrația Fe, %	Media determinărilor, Fe în cenușă, %	Eroarea relativă (față de medie), %	Conținutul Fe în produsul petrolier, p.p.m.
I	*Cocs* din țițeiuri uleioase și parafinoase (1 parte țiței Muntenia 1 parte țiței Oltenia)	0,502	0,1512 0,1581	0,408 0,450	0,095 0,105	19,00 21,00	12,566 13,282	12,924	2,77	648,7
II	*Cocs* din țițeiuri uleioase și parafinoase, (3 părți țiței Muntenia+1 parte țiței Oltenia)	0,361	0,1091 0,1095	0,328 0,313	0,073 0,071	14,60 14,20	13,382 12,968	13,266	2,25	478,9
X	*Cocs* din țițeiuri uleioase și parafinoase (țițeiuri uleioase Videle și Sud Cartojani + parafinoase Ciurești)	0,526	0,1040 0,1055	0,409 0,421	0,095 0,097	9,50 9,70	9,135 9,194	9,165	0,33	482,1
IX	*Cocs* din țiței parafinos (țițeiuri Bușteni și Ciurești)	0,592	0,1463 0,1098 0,1098	0,338 0,263 0,489	0,077 0,058 0,115	15,40 11,60 11,50	10,526 10,565 10,473	10,521	0,46	622,8
VIII	*Păcură* parafinoasă (din țițeiuri Bușteni și Ciurești)	0,085	0,1044 1,1004	0,138 0,128	0,060 0,056	6,00 5,60	5,747 5,578	5,662	1,48	48,1
VII	*Păcură* parafinoasă cu punct de congelare + 36°C (din țiței de Boldești)	0,078	0,1231 0,1250 0,1281	0,274 0,280 0,282	0,062 0,063 0,064	12,40 12,60 12,80	10,073 10,080 9,992	10,048	0,56	78,3
VI	*Păcură* uleioasă cu punct de congelare –14°C (din țițeiuri Oltenia 35% + Bejeasca 40% + Bușteni 12% + Țintea 13%)	0,098	0,1050 0,1166	0,146 0,169	0,0315 0,036	6,30 7,20	6,000 6,174	6,087	1,42	59,6
IV	*Păcură* cu punct de congelare +10°C (din țițeiuri uleioase și parafinoase)	0,093	0,1032 0,1048	0,104 0,105	0,022 0,022	4,40 4,40	4,264 4,199	4,231	0,71	39,3
III	*Păcură* cracată (din amestec de țițeiuri)	0,138	0,1056 0,1036	0,135 0,134	0,029 0,028	5,80 5,60	5,492 5,405	5,448	0,81	75,1
V	*Păcură* cracată (din amestec de țițeiuri)	0,160	0,1298 0,1258 0,1298	0,127 0,122 1,130	0,026 0,0255 0,027	5,20 5,10 5,40	4,006 4,054 4,160	4,073	2,14	65,1

atare. În păcuri variază de la 48 la 78 p.p.m, în medie 60,98 p.p.m Fe, iar în cocsuri de la 478 la 649 p.p.m., în medie 558,16 p.p.m. Rezultă că fierul se concentrează mult în păcuri şi mai ales în cocsuri, avînd în vedere faptul că în ţiţeiurile româneşti conţinutul de fier variază de la 4 la cel mult 67 p.p.m. Fe, în medie 24,5 p.p.m. în ţiţei [4]. Adică, în general, fierul se găseşte în păcuri de două ori şi jumătate mai mult, iar în cocsuri de 22,8 mai mult, decît în ţiţeiuri.

Fierul însă este cu mult mai puţin dăunător pentru catalizatorii de cracare decît Cu, Ni şi V.

III. Concluzii

În scopul cunoaşterii cantităţilor de componenţi anorganici în derivatele de petrol, element util în tratarea unor probleme practice importante, s-au cercetat păcuri şi cocsuri, stabilindu-se conţinutul de fier al acestora.

S-a determinat conţinutul de fier electrofotocolorimetric, în prezenţa a peste 30 de elemente anorganice existente în reziduul mineral al păcurilor şi al cocsurilor de petrol, prin complexarea Fe(II) cu reactivul organic specific α, α'-dipiridil, metodă nefolosită încă în cazul ţiţeiurilor româneşti şi a derivatelor lor.

S-a determinat spectrul de absorbţie electronică, în domeniul vizibil, al unor soluţii cu concentraţii diferite în complexul colorat roşu Fe(II) — α, α'-dipiridil, spre a putea alege spectrofiltrul corespunzător densităţii optice maxime. Apoi s-au verificat limitele concentraţiilor de aplicare a legii lui Beer, stabilindu-se domeniul de la 0,1 la 2,4 γ Fe/cm^3 soluţie finală, pentru optimum de absorbţie la $\lambda = 505$ mμ şi grosimea de strat $l = 2$ cm.

S-a stabilit precizia metodei, studiindu-se interferenţele pe probe sintetice, şi s-a găsit că eroarea relativă variază între 0,58 şi 1,77%. S-a cercetat reproductibilitatea metodei şi a rezultat o eroare relativă în valoare medie de 1,3%.

S-a stabilit că, în cenuşa păcurilor şi a cocsurilor cercetate, conţinutul de fier variază de la 4,07 la 13,27%, în cenuşa păcurilor, nu depăşeşte 6,09% (face excepţie proba VII), iar în cenuşa cocsurilor depăşeşte 9,17, ajungînd la 13,27% Fe.

În produsele petroliere cercetate, conţinutul de fier variază de la 48 la 78 p.p.m. în păcuri şi de la 478 la 649 p.p.m. în cocsuri. În păcurile şi în cocsurile cercetate, fierul se găseşte de 2,5 ori respectiv 22,8 ori mai mult decît în ţiţeiuri.

Metoda folosită răspunde exigenţelor de exactitate şi de reproductibilitate cerute metodelor de analiză cantitativă şi este foarte rapidă şi sensibilă; de asemenea, poate fi întrebuinţată pentru cazul analizelor în serie, la determinarea fierului din ţiţeiuri, din păcuri, din cocsuri şi din alte derivate şi produse petroliere, în limite de concentraţii foarte variate.

BIBLIOGRAFIE

1. Mills, G. A. În: Ind. Eng. Chem., **42**, 1950, p. 182.
2. Beuther, H. şi Flinn, A. R. În: Ind. Eng. Chem. Product. Research and Development **2**, nr. 1, 1963, p. 53.
3. Kamakin, M. N. În: Himiia i tehnologia pererabotki nefti i gaza, 1959, p. 90 — 100.
4. Şerbănescu, A. În: Petrol şi gaze, **16**, nr. 10, 1965, p. 579—589.
5. Shirey, W. B. În: Ind. Eng. Chem., **27**, 1931, p. 1 151.
6. Dyroff, V. G., Hansen, J. şi Hodgkins, R. C. În: Anal. Chem. **24**, nr. 4, 1952, p. 742.
7. Forrester, S. J. şi Jones, L. I. În: Anal. Chem., **32**, nr. 11, 1960, p. 1 443.
8. Malinina, V. I. şi Varlamov, V. P. În: Zovod. Lab. **XXIV**, nr. 11, 1958, p. 1 374.
9. Gulimov, N. V. şi Martynkhina, P. I. În: Kauchuk rezina, **22**, nr. 10, 1963, p. 54.
10. Hanzen, J. şi Hodkins, R. C. În: Anal. Chem., **30**, 1958, p. 368.
11. Chia-Chem Chu Kong şi Edwin W. Kell. În: Anal. Chem., **32**, 1960, p. 221.
12. Boissette, L. şi Baron, G. În: World Petrol Congr. Proc. 5 th. Congr. New-York, nr. 5, 1959, p. 165—174. (Publ. 1960).
13. Karchmer, H. J. şi Gunn, L. E. În: Anal. Chem., **24** nr. 11, 1952, p. 1 733.
14. Milner, I. O., Glass, R. J., Kirchner, P. J. şi Jurick, N. A. În: Anal. Chem., **24**, nr. 11, 1952, p. 1 728.
15. Gunn, L. E. şi Powers, M. J. În: Anal. Chem., **25**, 1953, p. 1 898.
16. Hill, R. În: Proc. Roy. Soc., **107 B**, 1930, p. 205.
17. Feigl, F. şi Hamburg, H. În: Z. Anal. Chem., **86**, nr. 7, 1931.
18. Feigl, F., Krumholz, P. şi Hamburg, H. În: Z. Anal. Chem., **90**, 1932, p. 199.
19. Müller, H. În: Mikrochem. **12**, 1933, p. 307.
20. Schulek, E. şi Floderer, I. În: Z. Anal. Chem., **117**, 1939, p. 176.
21. Moss, L. M. şi Mellon, G. M. În: Ind. Eng. Chem., Anal. **14**, 1942, p. 862.
22. Delory, E. G. În: Analyst **68**, nr. 5, 1943.
23. Kazarinova — Okmina, A. V. În: Zovod. Lab. **7**., 1938, p. 1 106.
24. Babko, A. K. şi Pilipenko, A. T. Analiza colorimetrică, **II**, Moscova, 1951.
25. Sandell, B. E. Determination of traces of metals, Interscience Publishers, New-York, London, Ed. a III-a. 1959.
26. Wrightson, M. F. În: Anal. Chem. **21**, nr. 12, 1949, p. 1 543.
27. Eckardt, H. Keil, G. şi Rast, A. Freiberger Forschungs, **215**, 1962, p. 153.
28. Blok, I. N. Analiza chimică calitativă. Ed. tehnică, Bucureşti, 1955.
29. Schaumlöffel, I. În: Landwirtschaftliche Forschung, **13**, nr, 4, 1960, p. 278—286.

O nouă metodă pentru calculul îmbinărilor prin mandrinare

A. Pavel

Îmbinarea prin mandrinare este tipul de asamblare nedemontabilă folosit pe scară largă în construcţia de utilaje pentru industria petrolieră prelucrătoare, în industria chimică, petrochimică, energetică etc., care — în cazul aparaturii tubulare — are ca scop realizarea unei legături etanşe şi rezistente între ţevile fasciculelor tubulare şi peretele locaşurilor, de obicei cilindrice, din plăcile tubulare în care acestea se fixează.

Mandrinarea constă, de fapt, în lărgirea la rece (evazarea) a capetelor ţevilor în locaşurile din plăcile tubulare, procedeul cuprinzînd următoarele două faze principale :

— lărgirea preliminară a ţevii, pînă cînd aceasta vine în contact cu suprafaţa locaşului (epuizarea jocului δ dintre ţeavă şi locaş — fig.1) ;

— lărgirea suplimentară a ţevii, prin deformarea ei plastică, concomitent cu o deformare elastică a locaşului.

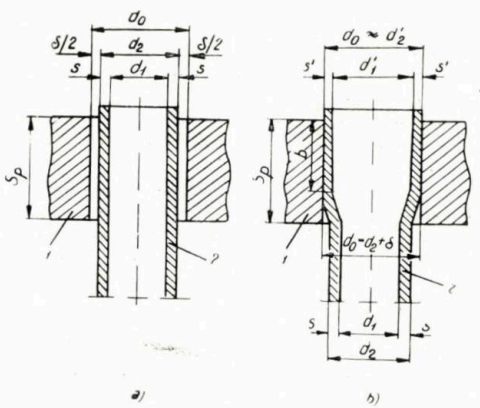


Fig. 1. Îmbinarea prin mandrinare lisă :
a — înainte de mandrinare ; *b* — după mandrinare.
1 — placă tubulară ; *2* — ţeavă.

Materialul ţevii, fiind deformat plastic, umple toate spaţiile dintre ţeavă şi locaş, asigurînd etanşeitatea necesară.

Prin încetarea mandrinării, presiunea de mandrinare dispărînd, pereţii locaşului, fiind deformaţi elastic, tind să revină la poziţia iniţială ; această tendinţă este însă anulată de ţeava deformată remanent (fig. 1), ceea ce duce la apariţia unor eforturi radiale, care provoacă un fretaj al ţevii în locaş, asigurîndu-se astfel rezistenţa necesară îmbinării.

Rezultă, deci, că, pentru a obţine o îmbinare prin mandrinare etanşă şi rezistentă, de bună calitate, este necesar ca limita de curgere σ_{ct} a materialului ţevii să fie mai mică decît limita de curgere φ_{cp} a materialului plăcii tubulare :

$$\sigma_{ct} < \sigma_{cp}.$$

Practica de mai multe decenii a realizării tehnologice — de cele mai multe ori în mod empiric — şi a exploatării îmbinărilor prin mandrinare a demonstrat că rezistenţa şi etanşeitatea acestui tip de îmbinare depind de o întreagă serie de factori, printre care cei mai importanţi sînt următorii : indicatorii calitativi ai îmbinărilor prin mandrinare (gradul de mandrinare sau cuplul motor folosit la antrenarea dornului), caracteristicile fizico-mecanice ale materialelor ţevilor şi ale plăcilor tubulare, starea suprafeţelor de contact, prezenţa şi mărimea capetelor — răsfrînte sau nu — de ţeavă petrecute în afara plăcii, tipul îmbinării prin mandrinare, viteza şi procedeul de mandrinare (prin rostogolire, cu acţionare electrică sau pneumatică ; prin tragere, cu acţionare pneumatică sau hidraulică etc.), numărul rolelor de mandrinare (şi de răsfrîngere) etc.

Metodele de calcul la rezistenţă şi etanşeitate elaborate pînă în prezent pentru îmbinările prin mandrinare pot fi împărţite, în general, în următoarele două grupe :

— metode bazate, în principal, pe date experimentale acumulate de-a lungul unei îndelungate perioade de realizări empirice ; în majoritatea lor aceste metode nu sînt suficient de bine fundamentate teoretic şi corespunzător verificate experimental ;

— metode analitice, bazate pe particularizări ale teoriei elasticităţii (Perţev şi Dolinski, Murarov) sau ale teoriei plasticităţii — problema plană (Nadai, Antoşin, Goodier, Schoessow, Sachs, Grimson şi Lee) ; aceste metode au fost numai parţial şi în cazuri cu totul particulare verificate experimental, sînt complicate şi, din această cauză, au un domeniu restrîns de aplicare şi de valabilitate.

În ţara noastră problema calculului îmbinărilor prin mandrinare nu a fost abordată pînă în prezent, deşi ponderea acestor îmbinări în construcţia de aparatură tubulară pentru industria petrolieră prelucrătoare, chimică, petrochimică, energetică etc. este foarte mare, iar dificultăţile ridicate de cerinţele calitative

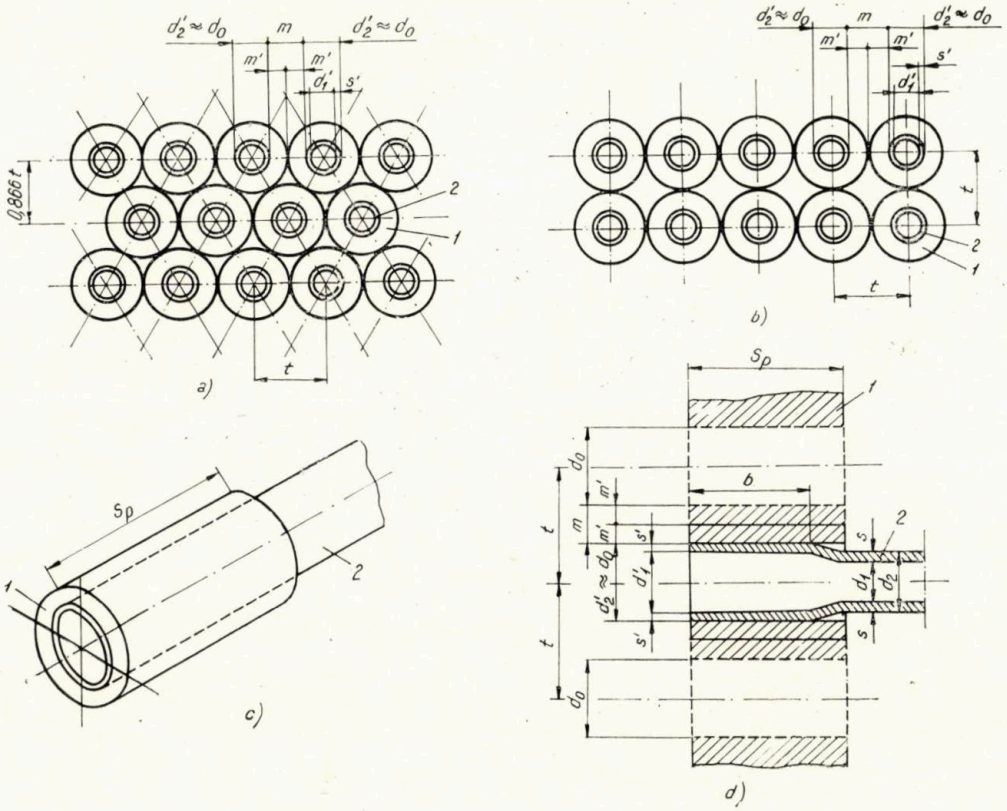


Fig. 2. Scheme de calcul:
a — repartiția țevilor în placa tubulară este triunghiulară; *b* — repartiția țevilor în placa tubulară este pătrată; *c* — „îmbinarea prin frecare" a elementelor tubulare; *d* — detaliu de îmbinare prin mandrinare lisă.

impuse acestor îmbinări sînt deosebit de însemnate.

În cele ce urmează se va prezenta o nouă metodă de calcul a îmbinărilor prin mandrinare, elaborată special pentru îmbinările prin mandrinare lisă, folosite în cazul schimbătoarelor de căldură destinate diferitelor ramuri ale activității industriale.

Ipoteze de calcul

1. Îmbinarea prin mandrinare dintre țevi și placa tubulară s-a considerat ca fiind o „îmbinare prin frecare" între două piese tubulare (fig. 2). Grosimea m' a piesei tubulare exterioare (decupate din placa tubulară) s-a presupus egală — din motive de rigiditate la mandrinare — cu jumătate din lățimea minimă admisibilă (egală cu cel puțin 6 mm) m a punții dintre două țevi alăturate.

2. În exploatare, deci după încheierea operației de mandrinare și punerea sub sarcină a îmbinării prin mandrinare, s-a considerat că modul de lucru al celor două elemente (tubulare) componente ale îmbinării corespunde unui sistem elastic, deci:

$$\sigma_{ef} < \sigma_{et} < \sigma_{ez},$$

unde σ_{ef} este efortul unitar efectiv din îmbinare.

3. Atîta vreme cît îmbinarea prin mandrinare nu se găsește sub sarcină (dar operația de mandrinare a fost terminată), s-a presupus că presiunea de contact p_0 între cele două elemente (tubulare) ale îmbinării este constantă și uniform distribuită pe toată întinderea suprafețelor de contact.

4. S-a presupus că în momentul punerii sub sarcină a îmbinării prin mandrinare (o

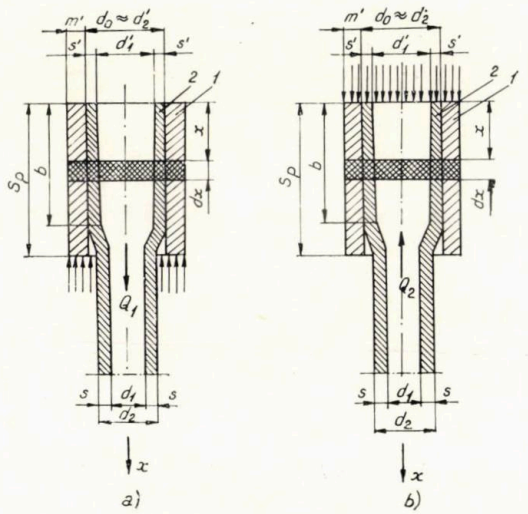


Fig. 3. Scheme de calcul:
a — îmbinarea prin mandrinare lisă este solicitată axial la întindere; *b* — îmbinarea prin mandrinare lisă este solicitată axial la compresiune.

forță axială de întindere Q_1 sau de compresiune Q_2—fig. 3), presiunea de contact p_0 se redistribuie pe suprafețele de contact dintre elementele îmbinării și devine p (respectiv p_1 și p_2), valoarea care variază în lungul axei îmbinării și care se numește presiune instantanee de contact.

5. S-a considerat că, în domeniul deformațiilor elastice, țeava este suficient de rigidă, astfel încît nu există pericolul pierderii stabilității ei nici în direcție radială, nici în direcție axială.

6. S-a considerat, de asemenea, că placa tubulară este infinit rigidă.

7. S-au considerat și s-au studiat separat următoarele două cazuri de solicitare :

— solicitarea la întindere — indice 1 ;

— solicitarea la compresiune — indice 2,

ambele solicitări fiind axiale.

Studiul s-a făcut considerînd atît mandrinarea țevilor cu perete subțire, pentru care :

$$\beta = \frac{d_2}{d_1} < 1{,}1,$$

cît și mandrinarea țevilor cu perete gros, pentru care :

$$\beta = \frac{d_2}{d_1} \geqslant 1{,}1.$$

În acest din urmă caz s-a avut în vedere mai întîi starea plană de eforturi unitare și apoi starea spațială de eforturi unitare.

8. Eforturile unitare axiale σ_p și σ_t (valori maxime) s-au considerat uniform distribuite pe grosimea m' și, respectiv, s' a celor două elemente (tubulare) ale îmbinării prin mandrinare lisă.

Ecuațiile diferențiale ale presiunii instantanee de contact

În vederea stabilirii ecuațiilor diferențiale ale presiunii instantanee de contact p — respectiv p_1 și p_2 — s-a făcut apel la condițiile de echilibru și la condițiile de compatibilitate a deformațiilor radiale scrise pentru un element inelar de lățime dx al îmbinării prin mandrinare (fig. 3).

Totodată, s-a considerat că eforturile unitare tangențiale pe suprafața de contact τ și presiunea de contact p sînt corelate între ele prin legea lui Coulomb :

$$\tau = fp,$$

unde f* este coeficientul de frecare pe suprafața de contact dintre piesele îmbinate prin mandrinare.

* Cercetările experimentale efectuate de către Perțev și Dolinski pe modele de îmbinare prin mandrinare lisă au arătat că valorile coeficientului de frecare sînt, în general, egale cu $f = 0{,}40-0{,}50$, ceea ce corespunde datelor menționate de către Grimson și Lee.

Forma generală a ecuațiilor diferențiale ale presiunii instantanee de contact s-a stabilit că este următoarea :

$$\frac{dp_{1,2}}{dx} \pm \frac{k_{1,2}}{r_0} \cdot p_{12} = 0, \qquad (1)$$

în care :

indicele 1 și semnul (+) corespund solicitării la întindere ;

indicele 2 și semnul (—) corespund solicitării la compresiune ;

$r_0 = \frac{d_0}{2}$ — raza locașului din placa tubulară în care se mandrinează țeava ;

$k_{1,2}$ — coeficienți depinzînd de dimensiunile și de proprietățile elastice ale pieselor îmbinate prin mandrinare (tabelele 1, 2 și 3).

Este interesant de remarcat faptul că formulele IV din tabela 1, corespunzătoare după cum se vede, unor forme cu totul particulare ale ecuației diferențiale generale (1), au fost obținute, de asemenea, de către Perțev și Dolinski. Fără a intra în analiza unor neconcordanțe existente în lucrările publicate de Perțev și Dolinski, trebuie observat numai că în aceste lucrări nu sînt făcute nici un fel de precizări cu privire la domeniul lor de valabilitate și la gradul lor de precizie. Lucrarea de față pune însă în evidență în mod clar domeniul lor de valabilitate, în urma rezolvării cazului general.

Integrarea ecuațiilor diferențiale și precizarea legilor de variație a presiunii instantanee de contact

Condițiile de contur ce trebuie să fie satisfăcute în acest caz fiind următoarele* :

— pentru solicitarea la întindere :

$$x = 0 \longrightarrow p_0 - p_1 = 0 ;$$

— pentru solicitarea la compresiune :

$$x = b \longrightarrow p_0 - p_2 = 0,$$

soluțiile particulare ale ecuațiilor diferențiale (1), determinînd legile de variație a presiunii instantanee de contact, vor fi :

$$p_1 = p_0 \cdot exp\left(-\frac{2k_1}{d_0} x\right); \qquad (2)$$

$$p_2 = p_0 \cdot exp\left(\frac{2k_2}{d_0} x\right) \cdot exp\left(-\frac{2k_2}{d_0} b\right). \qquad (3)$$

Reprezentarea grafică a dependențelor (2) și (3) este dată în figura 4 : curba *1* pentru solicitarea de întindere, iar curba *2* pentru solicitarea de compresiune (curba *2* este trasată pentru $\frac{2b}{d_0} = 5{,}0$).

* Pentru cele două cazuri de încărcare — întindere și compresiune — considerate, în zonele $x = 0$ și, respectiv, $x = b$, îmbinarea prin mandrinare nu preia și nu transmite nici un fel de sarcină.

TABELA 1

Formule de calcul pentru coeficienţii $k_{1,2}$
în cazul $E_p \neq E_t$

Tipul ţevilor mandrinate / Solicitarea îmbinării			Întindere (k_1)	Compresiune (k_2)
Ţevi cu perete gros ($\beta \geqslant 1{,}1$)	Starea de eforturi unitare este spaţială	I	$k_1 = 2\mu f \dfrac{\psi\beta_t^2 + 1}{\psi(\beta_t^2 + 1) + (\beta_p^2 + 1) - \mu \dfrac{E_p - E_t}{E_t}(\beta_p^2 - 1)}$	$k_2 = 2\mu f \dfrac{\psi\beta_t^2 - 1}{\psi(\beta_t^2 + 1) + (\beta_p^2 + 1) - \mu \dfrac{E_p - E_t}{E_t}(\beta_p^2 - 1)}$
	Starea de eforturi unitare este plană	II	$k_1 = 2\mu f \dfrac{\psi\beta_t^2 + 1}{\psi(\beta_t^2 + 1) + (\beta_p^2 + 1)}$	$k_2 = 2\mu f \dfrac{\psi\beta_t^2 - 1}{\psi(\beta_t^2 + 1) + (\beta_p^2 + 1)}$
Ţevi cu perete subţire ($\beta < 1{,}1$)	Cazul general	III	$k_1 = \mu f \dfrac{\psi(1 + \frac{m'}{d_0}) + (1 - \frac{s'}{d_0})}{(1 + \frac{m'}{d_0})(1 - \frac{s'}{d_0})\left[\psi(1 - \frac{s'}{d_0}) + (1 + \frac{m'}{d_0})\right]}$	$k_2 = \mu f \dfrac{\psi(1 + \frac{m'}{d_0}) - (1 - \frac{s}{d_0})}{(1 + \frac{m'}{d_0})(1 - \frac{s'}{d_0})\left[\psi(1 - \frac{s'}{d_0}) + (1 + \frac{m'}{d_0})\right]}$
	Cazul particular $1 - \frac{s'}{d_0} \approx 1$ $1 + \frac{m'}{d_0} \approx 1$	IV	$k_1 \approx \mu f$	$k_2 \approx \mu f \dfrac{\psi - 1}{\psi + 1}$

TABELA 2

Formule de calcul pentru coeficienții $k_{1,2}$ în cazul $E_p = E_t$

Tipul țevilor mandrinate	Solicitarea îmbinării		Întindere (k_1)	Compresiune (k_2)
Țevi cu perete gros ($\beta \geqslant 1{,}1$)	Starea de eforturi unitare este spațială	I	$k_1 = 2\mu f \dfrac{\psi\beta_t^2 + 1}{\psi(\beta_t^2 + 1) + (\beta_p^2 + 1)}$	$k_2 = 2\mu f \dfrac{\psi\beta_t^2 - 1}{\psi(\beta_t^2 + 1) + (\beta_p^2 + 1)}$
	Starea de eforturi unitare este plană	II		
Țevi cu perete subțire ($\beta < 1{,}1$)	Cazul general	III	$k_1 = \mu f \dfrac{\psi(1 + \frac{m'}{d_0}) + (1 - \frac{s'}{d_0})}{(1 + \frac{m'}{d_0})(1 - \frac{s'}{d_0})\left[\psi(1 - \frac{s'}{d_0}) + (1 + \frac{m'}{d_0})\right]}$	$k_2 = \mu f \dfrac{\psi(1 + \frac{m'}{d_0}) - (1 - \frac{s'}{d_0})}{(1 + \frac{m'}{d_0})(1 - \frac{s'}{d_0})\left[\psi(1 - \frac{s'}{d_0}) + (1 + \frac{m'}{d_0})\right]}$
	Cazul particular $1 - \frac{s'}{d_0} \approx 1$ $1 + \frac{m'}{d_0} \approx 1$	IV	$k_1 = \mu f$	$k_2 = \mu f \dfrac{\psi - 1}{\psi + 1}$

TABELA 3

Formule de calcul. Notaţii

Tipul ţevilor mandrinate \ Mărimile	μ, β_t, β_p, E_p, E_t, ψ	
Ţevi cu perete gros ($\beta \geqslant 1{,}1$)	$\beta_t = \dfrac{1}{1 - \dfrac{2s'}{d_0}}$; $\beta_p = 1 + \dfrac{2m'}{d_0}$ $\psi = \dfrac{E_p(\beta_p^2 - 1)}{E_t(\beta_t^2 - 1)}$ pentru $E_p \neq E_t$ $\psi = \dfrac{\beta_p^2 - 1}{\beta_t^2 - 1}$ pentru $E_p = E_t$	μ este coeficientul lui Poisson E_p, E_t — module de elasticitate longitudinale pentru materialul plăcii tubulare şi, respectiv, al ţevilor ψ — maleabilitatea relativă a ţevii $\beta = \dfrac{d_2}{d_1}$ d_2, d_1 — diametrele exterior şi interior ale ţevii înainte de mandrinare
Ţevi cu perete subţire ($\beta < 1{,}1$)	$\psi = \dfrac{m' E_p}{s' E_t}$ pentru $E_p \neq E_t$ $\psi = \dfrac{m'}{s'}$ pentru $E_p = E_t$	s' — grosimea peretelui ţevii după mandrinare $m' = \dfrac{m}{2} \geqslant 3$ mm

După cum rezultă din figura 4, pentru anumite valori ale adîncimii de mandrinare b şi ale raportului $\dfrac{x}{r_0} = \dfrac{2x}{d_0}$ se poate scrie :

$$\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{1}{k_1}} = \left(\frac{p_2}{p_0}\right)^{\frac{1}{k_2}},$$

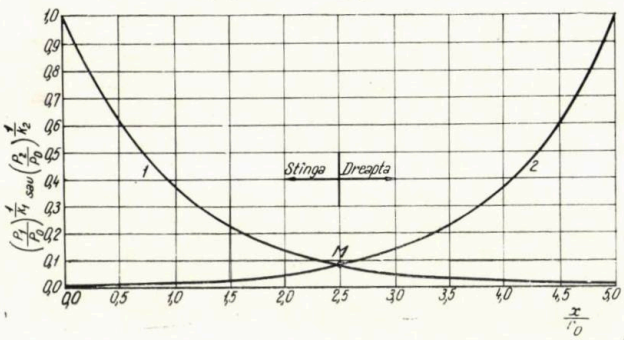


Fig. 4. Legi de variaţie a presiunii instantanee de contact :

curba *1* — îmbinarea prin mandrinare lisă este solicitată axial la întindere ; curba *2* — îmbinarea prin mandrinare este solicitată axial la compresiune.

pentru punctul M din figura 4 rezultînd :

$$p_{1M} = p_0 \left(\frac{p_{2M}}{p_0}\right)^{\frac{k_1}{k_2}},$$

unde întotdeauna $k_1 > k_2$ (tabelele 1, 2, 3).

Evident, în dreapta punctului M, îmbinarea prin mandrinare lisă se comportă mai bine la solicitarea de compresiune, iar în stînga punctului M, aceeaşi îmbinare se comportă mai bine la solicitarea de întindere.

Calculul forţei de smulgere

Smulgerea ţevii din îmbinarea prin mandrinare se poate produce *prin tragere*, în cazul solicitării la întindere, sau *prin împingere*, în cazul solicitării la compresiune.

Formulele de calcul obţinute în acest caz pentru forţa de smulgere sînt următoarele :

— pentru solicitarea la întindere :

$$Q_1 = \frac{1}{2}\,\pi\, d_0^2\, \frac{f}{k_1}\, p_0 \left[1 - exp\left(-2k_1 \frac{b}{d_0}\right)\right], \qquad (4)$$

respectiv :

$$q_1 = \frac{Q_1}{\dfrac{1}{2}\,\pi\, d_0^2\, \dfrac{f}{k_1}\, p_0} = 1 - exp\left(-2k_1 \frac{b}{d_0}\right); \qquad (4a)$$

— pentru solicitarea la compresiune :

$$Q_2 = \frac{1}{2}\,\pi\, d_0^2\, \frac{f}{k_2}\, p_0 \left[1 - exp\left(-2k_2 \frac{b}{d_0}\right)\right], \qquad (5)$$

respectiv :

$$q_2 = \frac{Q_2}{\dfrac{1}{2}\,\pi\, d_0^2\, \dfrac{f}{k_2}\, p_0} = 1 - exp\left(-2k_2 \frac{b}{d_0}\right). \qquad (5a)$$

Pentru anumite valori constante k_1 şi k_2 şi pentru diferite valori ale raportului $\dfrac{b}{r_0} = \dfrac{2b}{d_0}$, deci, pentru diferite mărimi ale adîncimii de mandrinare b, în figurile 5 şi 6 sînt redate grafic dependenţele (4a) şi (5a), respectiv dependenţa forţelor de smulgere Q_1 şi Q_2 de adîncimea de mandrinare b.

Din analiza curbelor prezentate în figurile 5 și 6 rezultă următoarea concluzie deosebit de importantă din punct de vedere practic: forțele de smulgere Q_1 și Q_2 cresc (de la zero)

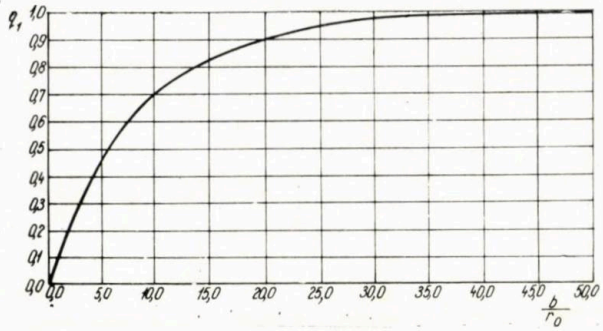


Fig. 5. Dependența forței de smulgere de adîncimea de mandrinare pentru solicitarea axială de întindere:

$$q_1 = \frac{\exp\left(k_1 \frac{2b}{d_0}\right) - 1}{\exp\left(k_1 \frac{2b}{d_0}\right)}$$

$k_1 = 0{,}12$

cu creșterea adîncimii de mandrinare după o lege exponențială, tinzînd asimptotic către o anumită valoare constantă. Rezultă, deci, că peste o anumită valoare a adîncimii de mandrinare b_{lim} forțele de smulgere Q_1 și Q_2 practic rămîn constante. În consecință, mărirea adîncimii de mandrinare peste valoarea b_{lim} nu are, practic, nici un efect asupra creșterii rezistenței îmbinării prin mandrinare; în schimb, reduce nejustificat productivitatea procesului de mandrinare, prin creșterea timpului pe fiecare operație de mandrinare, și contribuie serios la sporirea prețului de cost, prin creșterea consumului de materiale, energie etc.

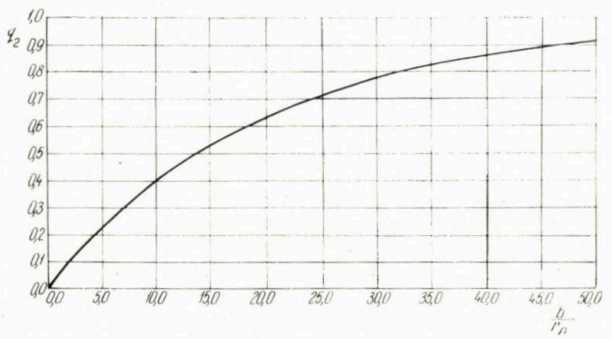


Fig. 6. Dependența forței de smulgere de adîncimea de mandrinare pentru solicitarea de compresiune:

$$q_2 = \frac{\exp\left(k_2 \frac{2b}{d_0}\right) - 1}{\exp\left(k_2 \frac{2b}{d_0}\right)}$$

$k_2 = 0{,}05$

Din figura 7, construită pentru o aceeași îmbinare prin mandrinare lisă solicitată, succesiv, la întindere sau la compresiune, rezultă că adîncimea de mandrinare limită b_{lim}, în cazul solicitării la întindere, este mai mică decît cea din cazul solicitării la compresiune, adică:

$$b_{1\ lim} < b_{2\ lim},$$

de acest lucru urmînd să se țină seama în calculele de proiectare, bineînțeles dacă este cazul.

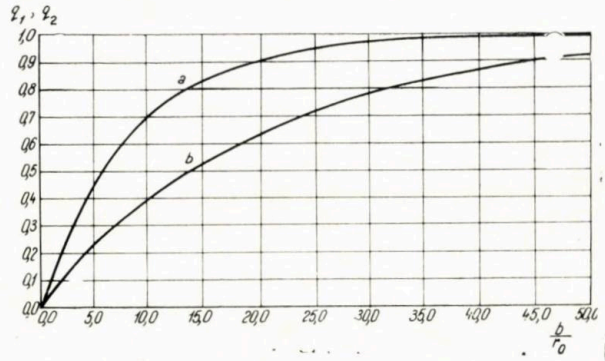


Fig. 7. Dependența forței de smulgere de adîncimea de mandrinare (grafic comparativ):
curba a — îmbinarea prin mandrinare lisă este solicitată axial la întindere;
curba b — îmbinarea prin mandrinare lisă este solicitată axial la compresiune.

Calculul adîncimii de mandrinare

Se poate demonstra fără prea multă dificultate că, în anumite cazuri, adîncimea de mandrinare b poate constitui unul din criteriile (uneori chiar singurul criteriu) care precizează limitele extreme de variație ale grosimii s_p a plăcii tubulare. Din punct de vedere practic, acest lucru este deosebit de important, dacă se are în vedere consumul de materiale și de energie pentru realizarea îmbinărilor prin mandrinare.

Prin stabilirea unor adîncimi de mandrinare b raționale în condițiile unei perfecționări continue a operațiilor de mandrinare, se poate îmbunătăți mult calitatea îmbinărilor prin mandrinare și se pot reduce serios cheltuielile de fabricație. Formulele de calcul stabilite — după cunoștința autorului pentru prima oară — pentru adîncimea de mandrinare b, sînt următoarele:

$$b_{1,2} = \frac{d_0}{2k_{1,2}} \ln \frac{1}{1 - q_{1,2}}. \qquad (6)$$

Condiția de rezistență a îmbinărilor prin mandrinare

Dacă preluarea încărcării $Q_{1,2}$ de către îmbinarea prin mandrinare lisă necesită — din anumite motive (evaluare aproximativă, neuniformitatea încărcării țevilor sau plăcii tubulare etc.) — asigurarea unui anumit coeficient de siguranță $c_{1,2} > 1$, atunci în calculele prac-

tice, în locul valorilor $Q_{1,2}$ se pot introduce următoarele valori :

$$Q'_{1,2} = c_{1,2}\ Q_{1.2} > Q_{1.\,2}\,; \qquad (7)$$

rezultînd în acest caz :

$$q'_{1.2} = \frac{Q'_{1,2}}{\frac{1}{2}\,\pi\,d_0^2\,\frac{f}{k_{1,2}}\,p_0} = c_{1.2}\ q_{1.2}\,; \qquad (8)$$

formulele (6) căpătînd forma :

$$b'_{1.2} = \frac{d_0}{2k_{1.2}}\ \ln\frac{1}{1 - c_{1.2}\ q_{1.2}} > b_{1.2}. \qquad (9)$$

În acest caz condiția de rezistență (la smulgere) pentru îmbinarea prin mandrinare va fi următoarea :

$$q_{ef\ 1.2} < q_{lim\ 1.2} = \frac{Q'_{1.2}}{\pi\,d'_2} = \frac{Q_{1.2}}{c_{1.2}\ \pi\ d'_2}, \qquad (10)$$

în care :

$q_{ef\ 1.2}$ este rezistența efectivă a îmbinării prin mandrinare ;

d'_2 — diametrul exterior al țevii după mandrinare ;

$q_{lim\ 1.2}$ — rezistența admisibilă limită a unei îmbinări prin mandrinare.

Se poate verifica fără prea multă dificultate că dacă se presupune asigurarea unui coeficient de siguranță $c_{1.2} = 2{,}5$, condiția de rezistență (10), duce la valori admisibile $q_{lim\ 1.2}$ de peste două ori mai mari decît cele mai mari valori q_{lim} recomandate în literatura de specialitate, dar folosite rar în calculele de proiectare.

Concluzii

1. În urma punerii sub sarcină a îmbinărilor prin mandrinare lisă, presiunea pe suprafețele de contact dintre elementele îmbinării este distribuită neuniform, anumite zone ale îmbinării prin mandrinare, fiind mai solicitate.

2. În funcție de caracterul solicitării, presiunea instantanee de contact variază (scade sau crește) după o lege exponențială, tinzînd asimptotic la anumite valori constante, în funcție de adîncimea de mandrinare. Aceleași legi de variație sînt valabile și pentru forțele de smulgere, deci implicit și pentru rezistența îmbinărilor prin mandrinare.

3. Modul de variație a presiunii instantanee de contact a evidențiat posibilitatea determinării unei adîncimi de mandrinare rațională, iar dependențele cantitative obținute au permis stabilirea formulelor de calcul corespunzătoare atît pentru adîncimea de mandrinare, cît și pentru condiția de rezistență a îmbinărilor prin mandrinare.

4. Metoda propusă permite abordarea și rezolvarea problemelor privind îmbinările prin mandrinare atît din punctul de vedere al rezistenței și al etanșeității, cît și din punctul de vedere al principalilor indicatori tehnico-economici (productivitatea proceselor de mandrinare, prețul de cost al îmbinărilor prin mandrinare, consumul specific de materiale etc.).

5. Metoda de calcul propusă se poate extinde și asupra altor tipuri de îmbinare prin mandrinare, în afara îmbinărilor prin mandrinare lisă în orificii cilindrice.

6. Pe baza celor expuse se impune ca fiind neapărat necesară revederea minuțioasă a principiilor și a metodelor de calcul folosite în prezent în practica industrială pentru îmbinările prin mandrinare.

Aplicaţiile calculatoarelor numerice la studiul proceselor de filtraţie din zăcămintele petrolifere

I. Dumitrescu şi Y. Solomon

Analiza exploatării zăcămintelor petrolifere, proiectarea şf calculele de prevedere a comportării acestor zăcăminte se iac pe baza studierii proceselor de filtraţie a fluidelor din zăcămînt prin mediul poros al rocilor colectoare [11, 15, 18]. În forma cea mai generală, această analiză urmăreşte să stabilească, în fiecare punct, viteza, presiunea, masa specifică şi, uneori, şi temperatura fluidelor în mişcare, precum şi determinarea saturaţiei mediului poros cu diferite faze ale fluidului [8, 14].

Deoarece sistemul format din mediul fluid şi roca colectoare, în condiţiile termohidrogazodinamice de zăcămînt, nu permite aplicarea procedeului de studiere de tipul ,,taie şi încearcă'', iar încercările efectuate direct pe acest sistem durează mult, sînt neprecise şi costisitoare, studiul proceselor de filtraţie din zăcămintele petrolifere se efectuează, în prezent, bazat pe tehnica de calcul modernă, prin procedee de modelare şi de simulare [4, 16].

Modelarea se defineşte ca fiind acea tehnică a analizei de sisteme care, prin idealizarea matematică a întregului sistem sau a unor părţi de sistem, duce la reprezentarea matematică a proceselor şi a relaţiilor din sistem. Această reprezentare matematică poartă denumirea de *model*.

Simularea reprezintă activitatea de rezolvare a ecuaţiilor modelului pe baza analogiilor, fizice sau de calcul, existente între modelul sistemului obiect (denumit şi *original*) şi modelul unui analog fizic al originalului, denumit *simulator* [1, 4].

În cadrul unui ciclu de patru articole, ne propunem să prezentăm posibilităţile de simulare numerică a proceselor de filtraţie din zăcămintele petrolifere, bazată pe folosirea calculatoarelor numerice automate. În primul articol, ne vom referi numai la *procesele de filtraţie staţionare.*

A. Modele de simulare numerică a procesului de filtraţie staţionar

Problema generală a scurgerii fluidelor prin medii poroase constă în determinarea, în fiecare punct şi în fiecare moment, a presiunii p, a vitezei v, a densităţii ρ, a temperaturii T şi a fluidelor care se mişcă într-un mediu poros dat, delimitat de o suprafaţă Γ, cînd se cunosc cîmpul acestor mărimi în momentul iniţial şi condiţiile la limită pe suprafaţa Γ. Din punct de vedere matematic, aceasta reprezintă o problemă cu condiţii iniţiale şi la limită, în care intervin ecuaţii cu derivate parţiale ce descriu procesele locale de filtraţie [17].

De aceea, ca model pentru simularea proceselor de filtraţie se consideră ecuaţiile fundamentale ale scurgerii fluidelor prin medii poroase; pentru scurgerea fluidelor incompresibile în regim staţionar, se utilizează o ecuaţie cu derivate parţiale de tip eliptic şi anume:

$$\sum_{i,j=1}^{3} D_{x_i}\left(\frac{k_{ij}}{\mu_{ij}} D_{x_j}\varphi\right) = 0, \qquad (1)$$

unde φ este o funcţie potenţială de forma:

$$\varphi = -\int_{p_0}^{p} \frac{dp}{\rho} - gx_3, \qquad (2)$$

în care:

$x_i\,(i=1,2,3)$ reprezintă coordonatele punctelor din domeniul de filtraţie (x_3 este coordonata pe verticală);

p — presiunea fluidului, o funcţie de punct: $(x_1, x_2, x_3)\to p(x_1, x_2, x_3)$ (p_0 este o valoare de referinţă a presiunii);

g — acceleraţia gravitaţiei;

ρ — densitatea fluidului;

$k_{ij}\,(i,j=1,2,3)$ — cele nouă componente ale tensorului permeabilităţii (K);

$\mu_{ij}\,(i,j=1,2,3$ şi $\mu_{ij}=\mu_{ji})$ — viscozitatea fluidului;

D_{x_i} — operatorul derivatei parţiale în raport cu x_i.

Dacă mediul poros este izotrop, însă neomogen, ecuaţia (1) ia forma:

$$\sum_{i=1}^{3} D_{x_i}\left(\frac{k_i}{\mu_i} D_{x_i}\varphi\right) = 0, \qquad (3)$$

iar dacă mediul poros este uniform şi fluidul este omogen, ecuaţia (1) se simplifică sub forma:

$$\sum_{i=1}^{3} D^2_{x_i^2}\varphi = 0, \qquad (4)$$

adică ecuaţia lui Laplace: $\Delta\varphi = 0$.

Cu aceste ecuaţii se formulează diferite probleme cu condiţii la limită, şi anume:

Fie Ω un domeniu deschis şi mărginit din spaţiul euclidian E^n (cazurile care prezintă importanţă practică sînt $n = 2,3$) şi $\Gamma = \mathrm{Fr}\Omega$; să se găsească o funcţie φ, definită pe $\bar{\Omega} = \Omega \cup \Gamma$, astfel încît:

$$\begin{cases} \mathcal{E}\varphi = 0 \text{ în } \Omega & (5) \\ (a\varphi + bD_n\varphi)|_\Gamma = f, & (6) \end{cases}$$

unde a, b şi f sînt funcţii reale date (continue pe Γ), D_n reprezintă derivata după direcţia normalei $\bar{n}$ la Γ, iar $\mathcal{E}$ este un operator eliptic

care rezultă din identificarea ecuațiilor (3) și (5).

Ecuațiile (5) și (6) exprimă problema lui Fourier (mixtă); dacă $b \equiv 0$, ecuațiile (5), (6) reprezintă problema lui Dirichlet, iar dacă $a \equiv 0$ se obține problema lui Neumann.

Ecuațiile (5) și (6) admit o soluție unică [7, 17].

Pentru simularea numerică a acestor probleme, se aproximează ecuațiile cu derivate parțiale (5) prin ecuații cu diferențe finite; astfel, problemele cu condiții la limită (5) și (6) se înlocuiesc prin probleme „discrete" [7].

În acest scop, dacă se consideră cazul $\Omega \subset E^3$, se aplică domeniul Ω o rețea de drepte triortogonale, cu pașii $h_i > 0$, $i = 1, 2, 3$ (după cele trei direcții Ox_i, $i = 1, 2, 3$, ale unui sistem de coordonate cartezian ortogonal); mulțimea punctelor M, denumite *noduri*, în care se intersectează aceste drepte, alcătuiesc o așa numită *rețea de discretizare* R_h, definită prin:

$$R_h = \{M \mid M = (m_i h_i);\ m_i \in N;\ i = 1,2,3\}, \tag{7}$$

unde N este mulțimea numerelor naturale.

Ideea esențială a discretizării problemelor cu condiții la limită constă în înlocuirea operatorului cu derivate parțiale de tip eliptic $\mathcal{L}$ din (5), printr-un operator de aproximare cu diferențe $\mathcal{L}_h$, care se aplică asupra unei funcții Φ, de aproximare a lui φ din (5), definită pe R_h. Notînd:

$$\Omega_h = \{M \mid M \in R_h \subset \Omega\}, \tag{8}$$

$$\Gamma_h = \{M \mid M \in R_h \cap \Gamma'\}, \tag{9}$$

$$\bar{\Omega}_h = \Omega_h \cup \Gamma_h, \tag{10}$$

unde Γ' este un contur poligonal format din liniile rețelei R_h, care aproximează pe Γ, problemele cu condiții la limită „discrete" relative la Ω_h constau în determinarea unei funcții φ, definită pe $\bar{\Omega}_h$ care să verifice sistemul:

$$\begin{cases} \mathcal{L}_h \Phi = 0 \text{ în } \Omega_h & (11) \\ (\alpha \Phi + \beta D_{n_h} \Phi) \mid_{\Gamma_h} = \psi, & (12) \end{cases}$$

unde α, β și ψ sînt date pe Γ_h (rezultînd din funcțiile a, b și, respectiv, f din (6), în urma aproximării lui Γ prin Γ'), iar D_{n_h} este un operator de derivare numerică, cu diferențe după direcția normalei $\bar{n}$ la Γ'.

Deoarece mulțimea $\bar{\Omega}_h$ este o mulțime finită, funcția Φ va rezulta sub forma unui vector $\{\Phi(M) \mid M \in \bar{\Omega}_h\}$ cu un număr finit de componente și egal cu numărul nodurilor $M \in R_h \subset \Omega_h$. Aceste componente sînt soluțiile ecuațiilor (11) și (12), care alcătuiesc un sistem de ecuații algebrice liniare, avînd numărul de necunoscute $\Phi(M)$ egal cu numărul de ecuații, cîte una pentru fiecare nod $M \in \bar{\Omega}_h$.

1. Determinarea unui model de simulare numerică, bazat pe *aproximarea laplaceanului prin ecuații cu diferențe finite*, de forma $\mathcal{L}_h \Phi = 0$, se face așa cum am arătat în [6], unde am prezentat formulele optime de aproximare a laplaceanului.

Pentru fiecare nod $M \in \Omega_h$, determinarea operatorului de aproximare $\mathcal{L}_h$ se face prin considerarea nodurilor vecine lui M, care formează o mulțime $R_q \subset R_h$ (cu pași egali $h_1 = h_2 = h_3 = h$) definită prin:

$$R_q = \{M \mid M = (m_1 h, m_2 h, m_3 h);$$
$$m_1 m_2 m_3 \in \{-1,0,1\};\ h > 0\}, \tag{13}$$

pe care am denumit-o *structură caracteristică* a rețelei $R_h \cdot R_q$ are $q + 1 = 27$ de noduri; se pot considera însă structuri caracteristice cu mai puțin de 27 de noduri, ca, de exemplu în E^1 $q + 1 = 3$ noduri; în E^2 $q + 1 = 5$ sau 9 noduri și în E^3 $q + 1 = 7$ sau 19 sau 27 de noduri, care sînt submulțimi ale lui R_q din (13). În cazul $\Omega \in E^3$ și $q + 1 = 27$, nodurile structurii caracteristice R_q formează un cub cu latura $2h$. Pentru simplicarea scrierii am utilizat notația:

— nodul din centrul cubului $(0, 0, 0) = M_0$;

— nodurile din centrul fețelor cubului: $(-h, 0, 0) = M_1$; $(h, 0, 0) = M_2$, $(0, -h, 0) = M_3$ $(0, h, 0) = M_4$, $(0, 0, -h) = M_5$ și $(0, 0, h) = M_6$;

— nodurile din centrul muchiilor cubului: $(-h, -h, 0) = M_7$, $(h, -h, 0) = M_8$ $(-h, h, 0) = M_9$, $(h, h, 0) = M_{10}$, $(-h, 0, -h) = M_{11}$, $(h, 0, -h) = M_{12}$, $(-h, 0, h) = M_{13}$, $(h, 0, h) = M_{14}$, $(0, -h, -h) = M_{15}$, $(0, h, -h) = M_{16}$, $(0, -h, h) = M_{17}$ și $(0, h, h) = M_{18}$;

— nodurile din vîrfurile cubului: $(-h, -h, -h) = M_{19}$, $(h, -h, -h) = M_{20}$, $(-h, h, -h) = M_{21}$, $(h, h, -h) = M_{22}$, $(-h, -h, h) = M_{23}$, $(h, -h, h) = M_{24}$, $(-h, h, h) = M_{25}$ și $(h, h, h) = M_{26}$.

Am determinat ecuația de aproximare a laplaceanului $\mathcal{L}_h \Phi = 0$, sub forma unei ecuații cu diferențe finite de tipul:

$$\sum_{i=0}^{q} \sigma_i \cdot \Phi_i = 0, \tag{14}$$

unde $\Phi_i = \Phi(M_i)$, M_i $(i = 0,1, \ldots, q)$ fiind nodurile structurii caracteristice R_q, iar σ_i sînt niște coeficienți, numere reale, pe care urmează să-i determinăm din condiția ca ecuația (14) să constituie o aproximație admisibilă a ecuației lui Laplace (4), cu un anumit ordin al erorii de aproximare $0(h^k)$ adică:

$$\Delta\varphi(M_0) = \sum_{i=0}^{q} \sigma_i \Phi_i + 0(h^k). \tag{15}$$

Procedînd aşa cum am arătat în [6], rezultă — în diferite cazuri posibile — următoarele expresii pentru ecuaţia (15) de aproximare a ecuaţiei lui Laplace :

— $\Omega \subset E^2$, $q + 1 = 5$ noduri (în plan) :

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4 - 4\Phi_0 = 0, \quad (16-1)$$

ordinul de mărime al erorii de aproximare fiind $0(h^4)$;

— $\Omega \subset E^2$, $q + 1 = 9$ noduri (în plan) :

$$4\Phi_1 + 4\Phi_2 + 4\Phi_3 + 4\Phi_4 + \Phi_7 + \Phi_8 + \Phi_9 + \Phi_{10} - 20\Phi_0 = 0, \quad (16-2)$$

cu ordinul de mărime al erorii de aproximare $0(h^8)$;

— $\Omega \subset E^3$, $q + 1 = 7$ noduri (în spaţiul tridimensional) :

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4 + \Phi_5 + \Phi_6 - 6\Phi_0 = 0, \quad (16-3)$$

cu ordinul de mărime al erorii de aproximare $0(h^4)$;

— $\Omega \subset E^3$, $q + 1 = 19$ noduri (în spaţiul tridimensional) :

$$2\sum_{i=1}^{6} \Phi_i + \sum_{i=7}^{18} \Phi_i - 24\Phi_0 = 0, \quad (16-4)$$

cu ordinul de mărime al erorii de aproximare $0(h^6)$;

— $\Omega \subset E^3$, $q + 1 = 27$ noduri (în spaţiul tridimensional) :

$$24\sum_{i=1}^{6} \Phi_i + 8\sum_{i=7}^{18} \Phi_i + \sum_{i=19}^{26} \Phi_i - 248\Phi_0 = 0, \quad (16-5)$$

cu ordinul de mărime al erorii de aproximare $0(h^6)$.

Aceste ecuaţii sînt cele mai bune aproximări ale ecuaţiei lui Laplace pe $q + 1$ noduri date [2, 9], deoarece — aşa cum am arătat în [6] — ele nu admit un ordin de aproximare mai bun decît $0(h^k)$, k fiind indicat în (16).

Ecuaţiile (16) prezintă particularităţile :

$$|\sigma_0| = \sum_{i=1}^{q} |\sigma_i| \text{ şi } \frac{\sigma_i}{\sigma_0} < 0, (i = 1,2, \ldots, q), \quad (17)$$

care vor fi utilizate la stabilirea algoritmului de rezolvare a problemelor cu condiţii la limită „discrete", în care intervin ecuaţiile (16).

2. *Aproximarea condiţiilor la limită* se face în funcţie de problema concretă, considerată.

În cazul problemei lui Dirichlet, cel mai adesea se aproximează $\Gamma = \mathrm{Fr}\,\Omega$ prin Γ' formată din laturile reţelei R_h cele mai apropiate de Γ. În acest caz, la scrierea ecuaţiei (12), pentru fiecare nod $M \in \Gamma'$ apropiat de Γ se alege un punct $P \in \Gamma$, astfel încît $|MP| < h$ să fie minim (fig. 1), şi atunci se consideră :

$$\Phi(M_i) = f(P_i), \; M_i \in \Gamma', \; P_i \in \Gamma, \; h > |M_i P_i| = \min., \; i \in N, \quad (18)$$

funcţia f fiind dată prin condiţia (6).

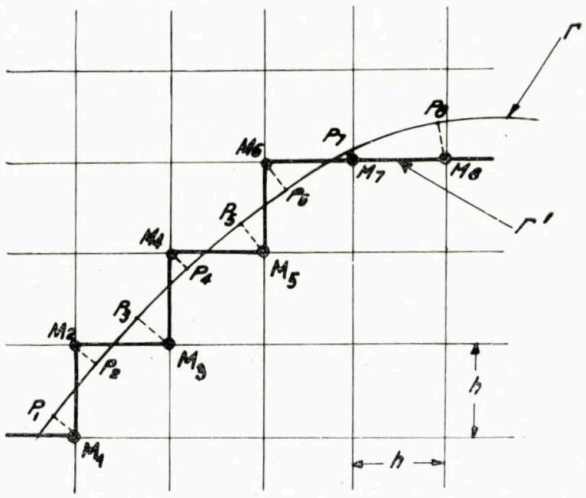


Fig. 1. Modul de aproximare a condiţiilor la limită, în cazul unei probleme Dirichlet.

Este posibil să se utilizeze şi un alt procedeu propus de noi în [5], care realizează o aproximare mai bună a condiţiilor pe contur. Pentru nodurile $M \in \Omega_h$ din apropierea frontierei Γ, care au o parte din nodurile vecine situate în afara lui $\bar{\Omega}$ (astfel încît $R_q \cap \bar{\Omega} \neq R_q$), se scriu relaţii de interpolare pe baza nodurilor vecine situate în Ω_h şi a punctelor în care frontiera Γ intersectează laturile reţelei R_h la distanţe reprezentînd fracţiuni subunitare din pasul reţelei.

În [6] am prezentat şi alte procedee de aproximare a condiţiilor la limită (pentru problema lui Neumann).

B. Simularea numerică a problemelor de filtraţie staţionară

Rezolvarea numerică a problemelor cu condiţii la limită (5)—(6) se face pe baza aproximării acestor probleme prin problemele „discrete". În acest caz, soluţia problemelor (5) — (6) se aproximează prin valorile $\Phi(M)$, $M \in \bar{\Omega}_h$, care rezultă din rezolvarea sistemelor (11) — (12). Acestea sînt sisteme algebrice liniare, cu foarte mari desimi (de obicei „desimea" reţelelor R_h se ia astfel, încît $\bar{\Omega}_h$, să aibă cîteva mii sau zeci de mii de noduri). În acest caz, rezolvarea sistemelor (11) — (12) nu poate fi realizată decît cu ajutorul unor metode iterative ale analizei numerice, cu asigurarea criteriilor de convergenţă.

Sistemele (11) — (12) se scriu prin utilizarea ecuațiilor cu diferențe finite (16) — pentru nodurile $M \in \Omega_h$ — și (18) — pentru nodurile $M \in \Gamma_h$. Ținînd seama de caracteristicile (17) ale acestor ecuații, sistemele (11) — (12) au particularitățile :

— matricea coeficienților este simetrică, în formă de bandă și are preponderență diagonală ;

— la ecuațiile scrise pentru fiecare nod $(m_1 h_1, m_2 h_2, m_3 h_3) \in \Omega_h$ rezultă :

$$\Phi_{(m_1 m_2 m_3)} = \sum_{i=1}^{q} \frac{\sigma_{(m_1 m_2 m_3)i}}{\sigma_{(m_1 m_2 m_3)}} \Phi_{(m_1 m_2 m_3)i}, \qquad (19)$$

unde nodurile $(m_1 h, m_2 h, m_3 h)_i \in R_q$, $m_1, m_2, m_3 \in N$. Rezultă, deci, că pentru orice nod $M \in \Omega_h$, $\Phi(M)$ poate fi determinat ca o medie ponderată a q valori ale lui Φ, în nodurile vecine lui M, conform modelelor (16).

În aceste condiții, se demonstrează [3, 13] că metodele iterative aplicate sistemelor (11) — (12) sînt convergente, adică, oricare ar fi prima aproximație $\Phi_i^{(1)}$, rezultă :

$$\Phi_i = \lim_{\mu \to \infty} \Phi_i^{(\mu)}, \; i = 1, 2, \ldots, n,$$

unde n este numărul M de noduri din $\bar{\Omega}_h$, Φ_i este soluția exactă a sitemului (11) — (12), iar $\Phi_1^{(\mu)}$ este aproximația obținută la iterația μ. Dacă la rezolvarea problemei se utilizează modelul (19), atunci numărul l de iterații se determină cu relația :

$$\max_{m_1 m_2 m_3} \left[\frac{1}{\sigma_{m_1 m_2 m_3}} \left(\sum_{\substack{i \\ (i=1,3,5,7,9,11,12,15,16,19,\ldots,22)}} \sigma_{(m_1 m_2 m_3)i} \Phi^{(l)}_{(m_1 m_2 m_3)i} + \right. \right.$$

$$\left. \left. + \sum_{\substack{i \\ (i=2,4\,6,8,10,13,14,17,18,23,\ldots,26)}} \sigma_{(m_1 m_2 m_3)i} \Phi^{(l-1)}_{(m_1 m_2 m_3)i} \right) - \Phi^{(l-1)}_{(m_1 m_2 m_3)} \right] < \varepsilon, \qquad (20)$$

$(m_1, m_2, m_3, \in N)$.

unde ε este un număr real, dat în funcție de precizia cerută, soluția problemei fiind șirul de valori $\Phi^{(l)}_{(m_1 m_2 m_3)}$, $m_1, m_2, m_3 \in N$, rezultat după iterația l.

Algoritmul pe care îl propunem pentru rezolvarea sistemelor (11) — (12) se bazează pe metoda Gauss-Seidel adaptate caracteristicilor acestor sisteme arătate. Vom prezenta acest algoritm pe un exemplu ce se referă la o problemă Dirichlet, aplicată unui zăcămînt petrolifer lenticular, omogen, în regim staționar și cu conturul circular, cu o rază de aproximativ 1 800 m (fig. 2).

Pe conturul Γ se presupune o presiune uniform distribuită $p|_\Gamma = 200$ at. În zăcămînt sînt săpate 17 sonde, la care s-au măsurat presiunile de zăcămînt : $p_{38} = p_{58} = p_{85} = p_{134} = p_{141} = p_{199} = p_{209} = p_{236} = p_{242} = p_{255} = 120$ at și $P_{91} = p_{125} = p_{131} = p_{163} = p_{169} = p_{203} = p_{205} = 60$ at.

Pentru determinarea repartiției presiunii de zăcămînt, trebuie rezolvată o problemă Dirichlet (5), (6). În acest scop alegem o rețea plană R_h, cu pași egali $h_1 = h_2 = h = 200$ m, aproximăm frontiera circulară Γ prin linia poligonală Γ' (fig. 2) ; în acest fel, Ω_h are 221 de noduri, Γ_h — 72 noduri, iar $\bar{\Omega}_h = \Omega_h \cup \Gamma_h$ are 293 de noduri, (fig. 2). Ca urmare, repartiția presiunii de zăcămînt va fi descrisă printr-un tabel cu 293 de valori ale presiunii în punctele corespunzătoare nodurilor $M \in \bar{\Omega}_h$, din care 89 sînt valori date (pe contur și la sonde). Celelalte 204 valori se determină prin rezolvarea sistemului (11) — (12), în care ecuațiile (11) sînt de forma (16 — 1), iar ecuațiile (12) de forma (18). Algoritmul pe care l-am conceput pentru simularea numerică a acestui sistem este reprezentat în schema de calcul din figura 3.

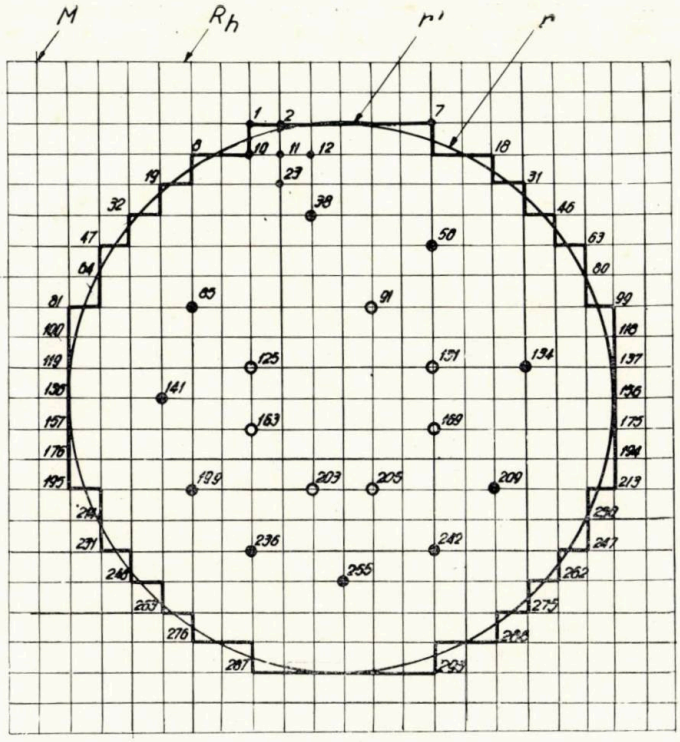


Fig. 2. Zăcămînt petrolifer lenticular, omogen, cu conturul circular Γ și conturul Γ' de aproximare a lui Γ prin liniile rețelei de discretizare R_h.

El se bazează pe faptul că, în fiecare nod, valoarea presiunii la iterația μ este media valorilor presiunilor din cele patru noduri imediat vecine, două la interația μ și alte două la iterația $\mu - 1$.

Pentru fiecare nod $M \in \bar{\Omega}_h$, se prevede o celulă în memoria internă a calculatorului (în cazul aplicației noastre cu o lungime de 4 Bytes), în care se alocă valorile presiunii $p(M)^{(\mu)}$ obținute după fiecare iterație μ cu relația :

$$p^{(\mu)}_{(m_1 m_2)} = \frac{1}{4} \left(p^{(\mu)}_{(m_1 m_2)_1} + p^{(\mu\ 1)}_{m_1 m_2)_2} + p^{(\mu-1)}_{(m_1 m_2)_3} + p^{(\mu-1)}_{(m_1 m_2)_4} \right), \qquad (21)$$

care rezultă din (19), pentru cazul $q + 1 = 5$ și $m_3 = 0$ (în plan).

Problema a fost rezolvată cu calculatorul numeric IBM 360/30F de la Centrul de calcul al Universității București. Programul a fost scris în limbajul algoritmic FOTRAN IV (anexa 1) și perforat pe cartele. Memoria ocupată, inclusiv masivii declarați, este de 45,8 kB.

Datele se introduc, ca și programul, pe cartele perforate; pe prima cartelă se perforează numărul N de noduri $M \in \overline{\Omega}_h$ ($N = 293$), valoarea inițială FR, care se introduce la început în toate cele N celule corespunzătoare nodurilor ($FR = 200$), și numărul P al valorilor impuse în nodurile corespunzătoare sondelor ($P = 2$); pe cartela 2 se perforează prima valoare impusă VIM ($VIM = 120$), iar pe următoarele, indicii J ai nodurilor, cărora le corespunde această valoare ($J = 38, 58, 85, 134, 141, 199, 209, 236, 242, 255$) și se încheie cu $J = 0$, ce provoacă citirea cartelei cu cealaltă valoare impusă ($VIM = 60$) și cartelele cu indicile nodurilor cărora le corespunde această valoare ($J = 91, 125, 131, 163, 169, 203, 205$); urmează cartelele pentru indexare, care conțin cinci numere: indicii S(I) corespunzător nodului de deasupra nodului I, D(I) — de dedesubt, $M(I)$ — din mijloc, L(I) — lungimea blocului, corespunzător nodurilor din același rînd, pînă la frontiera Γ_h sau pînă la un nod cu valoare impusă sau pînă la limita unei variații a coeficientului $\frac{k_i}{\mu_i}$ din zăcămînt și un coeficient k egal cu 0 sau 1, valoarea 1 fiind perforată numai pe ultima cartelă, pentru a comanda trecerea la efectuarea calculelor (de exemplu, prima

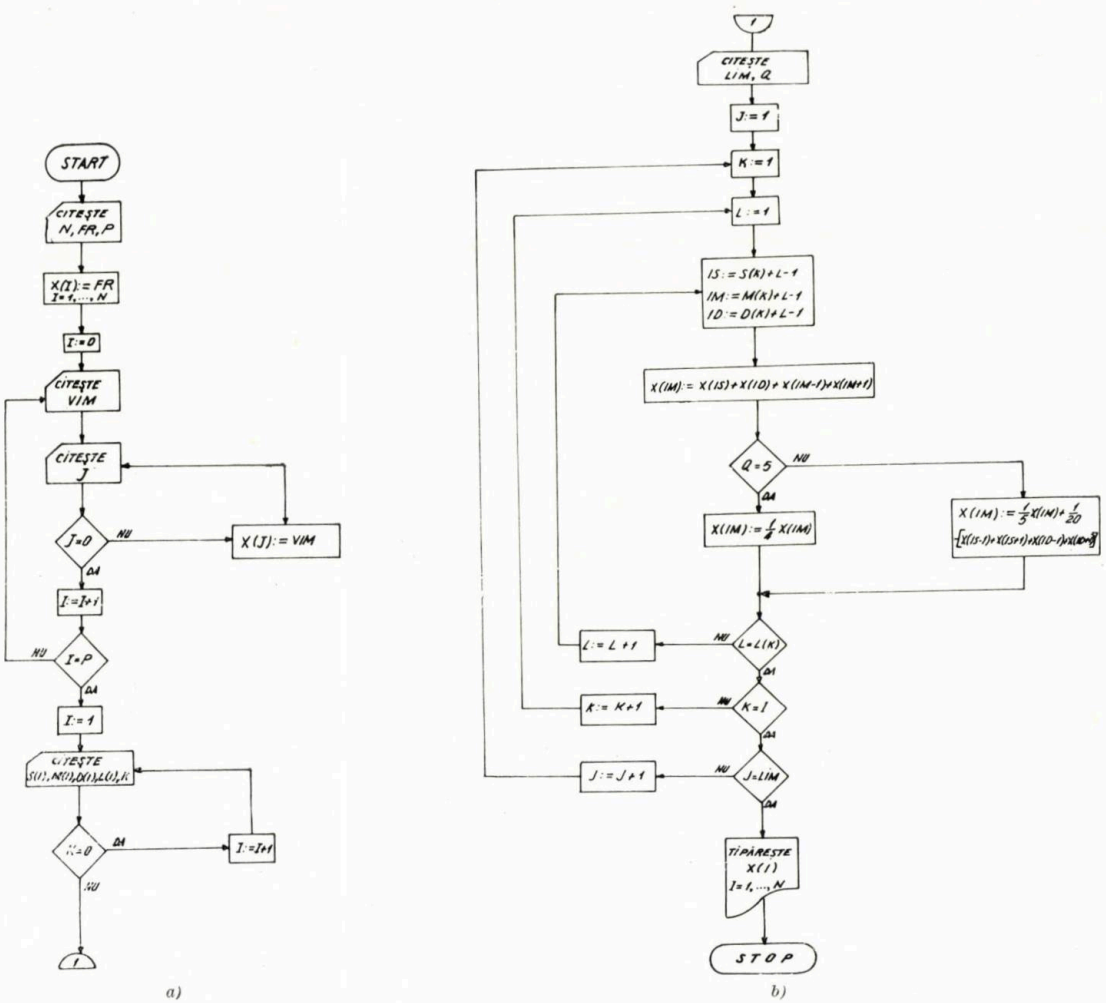


Fig. 3. Schema de calcul pentru rezolvarea sistemului (11) — (12), scris pentru cazul din figura 2.

Anexa 1. Program pentru exemplul din figura 2, scris în limbajul de programare FOTRAN IV.

Program pentru rezolvarea sistemului rețea rezultat prin discretizarea unei probleme Dirichlet

```
C                                                                      A
C          FORMA DATELOR DE INTRARE                  COLOANE           B
C            CARTELA 1                                                 C
C              N  — NR. NECUNOSCUTE   (XXXX)          01—04           D
C              FR — VALOARE FRONTIERA(XXXXX.XX)       05—12           E
C              P  — NR. VALORILOR IMPUSE (XXXX)       13—16           F
C            CARTELE 2                                                 G
C             VIM — VALOARE IMPUSA    (XXXXX.XX)     01—08           H
C            CARTELE 3                                                 I
C             IND — INDICII  VALORII IMPUSE           01—04           J
C                   CITE 20 INDICI PE O CARTELĂ       . . . . . .     K
                    CU                                77—80           L
C                   FORMATUL          (XXXX)                          M
C            CARTELE 4
C              S  — INDICE STÎNGA      (XXXX)         01—04           N
C              M  — INDICE MIJLOC      (XXXX)         05—08           O
C              D  — INDICE DREAPTA     (XXXX)         09—12           P
C              L  — LUNGIME BLOC       (XXXX)         13—16           Q
C              K  — INDICATOR SFÎRȘIT CARTELE TIP 4                   R
C                   (PENTRU ULTIMA CARTELĂ K = 1)      20              S
C            CARTELA 5                                                 T
C             LIM — NR. DE ITERATII   (XXXX)          01—04           U
C                                                                      V
```

```
      INTEGER B,P,S (1000), M (1000), D (1000),
        L (1000)                                                  1
      REAL X (7000)                                               2
      DIMENSION IND (20)                                          2
    1 FORMAT (14,F8.2,14)                                         3
    2 FORMAT (F8.2)                                               4
    3 FORMAT (2014)                                               6
    4 FORMAT (414,3X,I1)                                          6
    5 FORMAT (12X,'0')                                            7
    6 FORMAT ('+',12X,9I12//)                                     8
    7 FORMAT (I4,I4X,9F12.5)                                      9
    8 FORMAT (14,2X,10F12.5)                                     10
      READ (1,1) N,FR,P                                           11
      DO 101 I = I,N                                              12
  101 X(I) = FR                                                   13
      DO 105 I = 1,P                                              14
      READ (1,2) VIM                                              15
  104 READ (1,3) (IND (J),J = 1,20)                               16
      DO 103 J = 1,20                                             17
      IF (IND (J)) 105,105,102                                    18
  102 K = IND (J)                                                 19
  103 X(K) = VIM                                                  20
      GO TO 104                                                   21
  105 CONTINUE                                                    22
      B = 1                                                       23
  106 READ (1,4) S(B), M(B), D(B), L(B),K                         24
      IF (K) 108,107,108                                          25
  107 B = B + 1                                                   26
      GO TO 106                                                   27
  108 READ (1,3) LIM                                              28
      DO 109 II = 1,LIM                                           29
      DO 109 I = 1,8                                              30
      IL = L(I)                                                   31
      DO 109 J = 1,IL                                             32
      IS = S(I) + J — 1                                           33
      IM = M(I) + J — 1                                           34
      ID = D(I) + J — 1                                           35
  109 X(IM) = (X(IS) + X (ID) + X (IM-1) +
        + X (IM + 1))/4.0                                         36
      WRITE (3,5)                                                 37
      WRITE (3,6) (I,I = 1,9)                                     38
      I = 0                                                       39
      WRITE (3,7) I, (X(K),K = 1,9)                               40
      B = (N—9)/10                                                41
      K = N—9—B×10                                                42
      J = 10                                                      43
      DO 110 I = 1,8                                              44
      IM = J + 9                                                  46
      WRITE (3,8) I, (X(IL),IL = J,IM)                            47
  110 J = J + 10                                                  48
      I = B + 1                                                   49
      IM = J + K—1                                                51
      WRITE (3,8) I, (X(IL),IL = J, IM)                           52
      CALL EXIT                                                   53
      END                                                         54
```

Anexa 2. Rezultatele $\Phi(M)$, $M \in \vec{\Omega}_h$ pentru exemplul din figura 2.

					200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000						
				200000	200000	200000	186856	180981	180569	182730	187755	200000	200000	200000			
			200000	200000	187465	178281	166444	156498	158567	162597	168290	176693	185976	200000	200000		
		200000	200000	184857	171578	159214	144141	120000	134604	140803	146117	152506	167214	183478	200000	200000	
	200000	200000	183786	167851	154773	142855	130907	119589	119045	119895	122869	120000	146896	166699	184184	200000	200000
	200000	185800	167293	147988	136807	126523	117042	108403	102091	96862	105465	115364	133672	152239	170039	186827	200000
200000	200000	175906	151597	120000	117942	109386	102334	94887	84054	60000	86765	102319	120191	138547	156908	177271	200000	200000
200000	186869	166230	143189	120791	105575	90745	88018	84755	79238	72774	79278	86956	106227	124850	141777	165350	186490	200000
200000	181246	158958	134137	114402	92822	60000	74237	76877	75367	72582	70616	60000	92914	112850	120000	155863	180611	200000
200000	179159	154219	120000	109858	91312	70841	72052	73148	72769	71570	70607	70796	92579	113636	132495	157492	180091	200000
200000	181171	158760	133752	113718	91729	60000	69982	70895	70990	70323	69446	60000	92972	116620	138852	161521	182261	200000
200000	186767	165898	142530	119534	101889	84250	76980	69461	69972	69287	76856	84455	102690	121021	144774	167480	187435	200000
200000	200000	175535	150938	120000	112043	98134	84226	60000	70150	60000	84236	98274	112312	120000	151744	176193	200000	200000
	200000	185305	165687	144272	128151	112019	101791	91480	90631	91487	101816	112094	128286	144407	166009	185550	200000	
	200000	200000	182234	163252	144270	120000	119439	113498	109408	113503	119448	120000	144331	163333	182335	200000	200000	
		200000	200000	182232	165679	150916	142469	133665	120000	133669	142476	150926	165705	182259	200000	200000	
			200000	200000	185299	175518	165857	158694	154122	158697	165861	175523	185307	200000	200000		
				200000	200000	200000	186748	181135	179098	181136	186749	200000	200000	200000			
						200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000					

cartelă de acest tip are, conform figurii 2 S(I)=2, M(I) = 11, D(I) = 23 și lungimea L(I) = = 5). Ultima cartelă cu date conține numărul de iterații LIM, adică de cîte ori se parcurge rețeaua pentru aplicarea la fiecare nod a relației (21). Pentru alegerea relației de calcul, cu $q + 1 = 5$ sau cu 9 noduri, se poate introduce și data Q de alegere a relației (16 — 1) sau (16 — 2), ca în schema din figura 3. Numărul de iterații ales de noi, conform lui (20) cu $\varepsilon = 10^{-6}$, este 100.

La acest număr de iterații, durata calculului (de la citirea cartelelor pînă la imprimarea rezultatelor) a fost de 3 — 4 min.

Rezultatele adică $p(M)^{(100)}\ M \in \overline{\Omega}_h$, au fost imprimate sub forma unei tabele cu o formă corespunzătoare formei zăcămîntului (anexa 2)

În continuare, pe baza acestor valori, se poate trasa harta cu izobare. Asupra posibilităților de trasare automată, prin utilizarea imprimantei rapide a calculatorului, vom reveni în partea a doua a acestui capitol, ce va fi publicat într-un număr viitor.

BIBLIOGRAFIE

1. Agard, J. ș. a. Les méthodes de simulation.Paris, Dunod, 1968.
2. Badagadze, V. V. O postroenii raznostnîh shem dlea differențialnogo uravneniia ellipticieskogo tipa vtorogo poriadka. În : Jurnal viciislitelnoi matematiki i fiziki, **6**, nr. 3, 1966.
3. Brandt, A. Estimates for difference quotients o solutions of Poisson type difference equations. În : Mathematics of Computation, **20**, nr. 96, 1966.
4. Chorafas, D. N. La simulation mathématique et ses applications. Paris, Dunod, 1966.
5. Dumitrescu, I. Interpolări pe nouă puncte (în plan) pentru ecuațiile cu derivate parțiale rezolvate prin metoda rețelelor. În : Automatica și Electronica, **11**, nr. 1, 1967.
6. Dumitrescu, I. și Mierlea, V. A model and computer program for numerical simulation of certain boundary conditions problems. În : Economic Computation and Economic Cybernetics Studies an Research, nr. 1, 1970.
7. Forsythe, G. E. și Wasow, W. R. Finite-difference methods for partial differential equations. New York, London, John Wiley & Sons, 1960,
8. Gheorghiță, S. I. Metode matematice în hidrogazodinamica subterană. București, Ed. Academie R.S.R., 1966.
9. Greenspan, D. Introductory numerical analysis of elliptic boundary value problems, New York, Harper and Row, 1965.
10. Harris, L. D. Numerical methods using Fotran, Ohio, Charles E. Merill Books, 1964.
11. Ioachim, Gr. Extracția petrolului și gazelor. București, Ed. tehnică, 1965.
12. Lanchon, M. Modèle numerique a trois dimensions des écoulements monophasique dans une gisement. În : Revue de l'Institut Française du Pétrol, **XXI**, nr. 1, 1966.
13. Lions, J. L. Méthodes d'approximation numerique des problèmes aux limites de la physique mathematique, **I**, **II**. Paris, Institut Blaise Pascal, 1966—1967.
14. Oroveanu, T. Scurgerea fluidelor multifazice prin medii poroase, București, Ed. Academiei R.S.R., 1966.
15. Pîrcălăbescu, D. I. Proiectarea exploatării zăcămintelor de hidrocarburi fluide. București, Ed. didactică și pedagogică, 1967.
16. Racoveanu, N. Calculatoare electronice și programare. București, Ed. didactică și pedagogică, 1968.
17. Teodorescu, N. și Olaru, V. Ecuațiile fizicii matematice, **II**. București, Ed. didactică și pedagogică, 1965.
18. Vernescu, A. Mecanica zăcămintelor petrolifere, București, Ed. tehnică, 1966.

Aplicaţii actuale ale răşinilor sintetice consolidate în construcţia de maşini. Orientări noi în calculul rezervoarelor heterotrope

Gr. Andreescu şi Caşin Popescu

Interesul economic al echivalenţei valorilor materiale în domeniul construcţiilor, ca factor participant în producerea, dezvoltarea şi selectarea materialelor de construcţii, a adus în faţa inginerului un nou material — răşinile de sinteză — concurent important al metalelor, ca însuşiri rezistente şi ca aplicabilitate cvasiuniversală, a cărui adoptare, pentru a deveni legitimă şi a se aşeza la poarta marilor tradiţii sau pentru a face epocă de aceeaşi istorică rezonanţă ca odinioară bronzul şi fierul, va trebui asemeni acestora, să-şi capete tehnologii proprii de producţie care să asigure fidelitatea structurii fizice în timp, moduri uşoare de lucru şi de asamblare şi, tot asemeni acestora, posibilităţi de a fi protejat împotriva alterărilor specifice (metalele coclesc, ruginesc şi se alterează, răşinile îmbătrînesc).

Ceea ce face ca acest material relativ nou* să cuprindă ca tentaţie şi interesul constructorului sînt, pe lîngă economia ce ar putea-o sublinia ca înlocuitor concurenţial al materialelor tradiţionale, caracteristicile sale fizico-mecanice rezistente şi posibilitatea de a nu avea deocamdată nici o restricţie asupra domeniilor de utilizare, asupra formelor şi alcătuirilor constructive, asupra asocierii şi armonizării cu materialele tradiţionale, lăsînd liberă ideea creatoare, evident, în limite moderate de prudenţă şi inerente oricărui început.

În urma dezvoltării industriei de materiale plastice în R.S România, în general, şi a fabricării de produse din aceste materiale în cadrul Ministerului Petrolului, s-a considerat necesar să se organizeze prelucrarea răşinilor poliesterice în vederea obţinerii unor produse capabile să înlocuiască materialele deficitare (metalul şi lemnul), în scopul folosirii acestora ca elemente principale sau secundare în industria stocajului, a construcţiilor, a prelucrării metalului pentru diverse confecţii industriale etc.

În cadrul acestei organizări s-au executat din materiale plastice, în principal, din poliesteri nesaturaţi, consolidaţi cu fibre de sticlă sau cu ţesături vegetale crude, o diversitate de obiecte: carcase, conteinere, structuri în unicate, serii zero sau reproduceri limitate din care se menţionează:

I. Fabricate de volum redus

— carcase protectoare dielectrice pentru antena unui releu de televiziune;
— capote pentru motor, cutii de viteze, capace pentru cutiile de acumulatoare, pentru uzina „Autobuzul" — Bucureşti;
— capote şi măşti pentru noul tip de camion SR (cu motorul jumătate retras);
— capace de protecţie pentru blocurile S.1 — S.7 de la locomotiva electrică 5100 kW, pentru uzina „Electroputere" — Craiova;
— conteinere de 300 l capacitate adaptabile la tractoare pentru pulverizat substanţe împotriva dăunătoarelor, pentru uzina „Semănătoarea" — Bucureşti;
— ambarcaţiuni sportive (trei tipuri) pentru C.N.E.F.S.
— lavabouri, băi, bazine de apă;
— burlane (capace) de protecţie pentru ventile montate pe conducte sub presiune, pentru unităţi ale Ministerului Petrolului;
— tipare (cofraje) pentru elemente prefabricate (plăci celulare autoclavizate) din beton armat, pentru trusturi de construcţii ale Ministerului Petrolului;
— căşti de protecţie moto;
— material didactic pentru centre şcolare;
— cofraje pentru planşee casetate din beton armat aparent;
— brise-soleil-uri fixe sau mobile;
— habe de ciment montate pe camioane;
— izolaţii hidrofuge la subsoluri şi terase;
— protecţii pentru cisterne de vin;
— pardoseli speciale pentru un laborator de izotopi;
— învelitori autoportante prefabricate, pentru staţii PECO de tip fagure;
— ţevi pentru un tun de incendiu, primele de acest gen construite în Europa.

II. Fabricate speciale mari

— rezervoare de stocaj produse petroliere;
— cisterne de apă potabilă;
— rulote pe tren fix sau amovibil, adaptabile pentru dormitoare, cantine, birouri, spălătoare, ateliere de întreţinere, oficii comerciale;

* Prima materie plastică, celuloidul a fost realizată în 1868, la Albany (New York), de către tînărul tipograf John Wesley Hyatt.

— elemente modulare pentru construcţii de adăposturi de şantier, garaje, baracamente fixe.

Aceste fabricate executate din poliesteri armaţi cu fibre de sticlă reprezintă primele realizări experimentale dintr-o serie de proiecte mai importante, pe cale de definitivare, dintre care mai apropiate de termenele de maturaţie sînt :

— o staţie PECO de tip monomembranal ;

— o hală universală de deschidere mare (25,00 m).

Din seria fabricatelor spaţiale mari, se prezintă în nota de faţă un rezervor din răşină poliester armată cu fibră de sticlă, a cărui construcţie s-a impus ca urmare a introducerii unei tehnici noi în dotarea depozitelor Ministerului Petrolului cu mijloace de aprovizionare şi de desfacere rapidă a unor produse petroliere, în special a celor necesare motoarelor auto.

Privite sub aspectul mobilităţii, actualele rezervoare metalice nu prezintă, datorită greutăţii lor, uşurinţa cerută organizării — sau dezafectării — imediate a unor astfel de depozite, iar metalul, ca funcţionalitate, fiind supus efectelor de coroziune, se ajunge relativ repede la impurificarea produselor stocate, o protecţie eficientă a suprafeţelor (interioare) în contact cu produsele fiind dificilă şi costisitoare ca realizare şi întreţinere.

Pentru facilităţi în experimentare (uşurinţă de transport şi de montaj la destinaţie, de încercări şi de observaţii asupra comportamentului, de supraveghere şi de control etc.), capacitatea primului rezervor s-a limitat la circa 20 m^3, aceasta reprezentînd necesarul de stocaj cel mai frecvent.

Construcţia rezervorului a fost concepută integral din răşini poliesterice consolidate (corp, mannloch, capac, prinderi, accesorii, conducte), pentru verificarea „în tot" a posibilităţilor de folosire a noului material în raport cu metalul.

Pentru obţinerea unor date transpozabile, geometria rezervorului este perfect similară cu cea a omologului său metalic pe care îl înlocuieşte, renunţîndu-se pentru început la adoptarea şi la experimentarea unor forme mai convenabile materialului plastic.

În legătură cu capacitatea rezervorului, se arată că deşi recordul de mărime în construcţia de recipiente din materiale plastice este deţinut încă din 1963 de S.U.A., cu un rezervor cilindric vertical de 50 m înălţime şi 20 m diametru (fabricat prin procedeul de înfăşurare cu fibre de sticlă pretensionate [1]) şi faţă de care rezervorul de mic stocaj s-ar prezenta ca dimensiuni la scara 1/10, pe continentul european, o revistă lunară a progreselor în aplicarea şi în transformarea materialelor plastice, menţionează [2], ca actual şi interesant, că farul Skokholm, instalat pe o mică insulă la sud — vest de Wales a fost dotat recent cu două tancuri orizontale din răşină poliesterică armată cu fibră de sticlă, pentru ulei Diesel, de construcţie cilindrică, cu funduri bombate, avînd diametrul de 1,65 m, lungimea de 3,7 m şi capacitatea de 6 800 l, adică o construcţie comparabilă ca material, dimensiuni, formă şi utilizare cu aceea care constituie obiectul prezentei note.

Orientări în calculul şi în proiectarea rezervoarelor heterotrope

Calculul rezervoarelor de presiune din răşini de sinteză armate cu fibre de sticlă, aşa cum este prezentat în literatura de specialitate, se efectuează obişnuit utilizînd formula „cazanului", dimensionarea făcîndu-se astfel, încît deformaţia remanentă, după încărcarea rezervorului cu 1,5 ori presiunea nominală, să nu devină mai mare de 0,1 %, în toate direcţiile de solicitare [3].

Acest mod impropriu de calcul acoperă o carenţă importantă a mecanicii construcţiilor, şi anume partea referitoare la studiul şi la dimensionarea structurilor heterotrope, cu aplicaţie la stratificatele plastice, precum şi o insuficientă experimentare a acestora *in situ*, justificată de faptul că apariţia răşinilor ca elemente rezistente în structuri inginereşti este relativ recentă.

Publicaţiile de specific, cu preocupări teoretice sau practice în problemă, atunci cînd se referă la rezervoarele de presiune, le tratează, fără excepţie, ca pe obiecte independente, care nu ar avea de suportat decît forţele de presiune, neglijînd total influenţa legăturilor prin care acestea se găsesc în relaţie cu construcţiile sau cu solul pe care se sprijină şi care influenţează hotărîtor, modificînd-o, starea de eforturi rezultată din aplicarea exclusivă a forţelor de presiune.

Ca o consecinţă directă, nici una dintre publicaţiile cunoscute nu se poate utiliza ca metodă sau referinţă comparativă pentru un calcul real de dimensionare a rezervoarelor de mică sau de medie presiune, din material plastic ; excepţie fac recipientele de mare sau foarte mare presiune şi de capacitate mică, pentru care influenţa legăturilor exterioare s-ar putea neglija şi pentru care formula „cazanului" şi limitarea deformaţiilor s-ar putea accepta deocamdată ca satisfăcătoare.

Cazul rezervoarelor de stocaj, de tip cilindric orizontal, din stratificate plastice armate, în condiţii de rezemare uzuale, nu apare discutat pînă în prezent în literatura de specialitate.

Din această cauză, s-a socotit ca fiind de interes prezentarea unei metode de calcul al acestui tip de rezervoare, pentru care s-a obţinut prin verificări experimentale o bună concordanţă materială.

Procedee de dimensionare

În calculul secțiunilor laminatelor din R_pFS (rășină poliesterică armată cu fibră de sticlă) trebuie să se țină seama obligatoriu de heterotropia * materialului. Se poate adopta simplificativ și în cazul simplu al anizotropiei plane, rectangulare — ortotropă, corespunzînd la doi coeficienți de elasticitate (E_1 și E_2), la doi coeficienți Wertheim — Poisson (μ_1 și μ_2) și unui coeficient de alunecare G, caz studiat de Reissner [4], primii patru coeficienți fiind legați de relația :

$$E_1 \mu_2 = E_2 \mu_1, \qquad (a)$$

cu observația că relația (a), conducînd la o distribuție nonliniară a eforturilor normale la secțiune, deducerea stării generale de tensiune (în grosimea laminatului) va trebui făcută în această ipoteză, formula cazanului corectîndu-se în consecință.

La stabilirea teoretică a valorilor modulelor de elasticitate și, respectiv, a coeficienților G și μ, se va căuta ca aceasta să se facă [5] în armonie cu posibilitățile practice de realizare a stratificatelor plastice armate cu fibre de sticlă în funcție de procedeele de execuție preconizate, pentru a se putea conta pe o corespondență cît mai strictă între valorile teoretice și cele materiale.

Pentru aceasta, orientativ, se pot utiliza studiile efectuate de Niederstadt [6], de Haferkamp-Ehrenstein [7] și de Schönewald [8].

Se pot neglija eforturile secundare, de ordinul doi, pentru toate acele solicitări pentru care rezultă proporționalități între eforturi și deformații.

Pentru întărirea rebordului gurii de vizitare trebuie, de asemenea, ca repartiția eforturilor să se stabilească pentru cazul unei găuri circulare practicate într-o materie heterotropă. Pentru aceasta se pot adapta studiile lui Holgate [9] și cele ale lui Green [10].

Pentru stratificatele consolidate cu țesături sau cu țesături și maturi în alternanță, deși prezența rășinii este continuă, se recomandă să se facă verificări suplimentare, pentru ipoteza că acestea s-ar comporta ca alcătuiri multistrat.

În această privință, informații interesante se pot obține din îndrumarul de sinteză teoretică generală asupra plăcilor „multistrat" al lui Alexandrov, Briukker, Kursin și Prusacov [11].

Factorii de securitate

Pentru dimensionarea elementelor de construcție din R_PFS (rășină poliesterică armată cu fibre de sticlă), deoarece nu s-a ajuns încă în stadiul definitivării unei tehnici de producție care să asigure produse standardizabile calitativ, alegerea unor coeficienți de securitate care să ofere garanție asupra comportării în exploatare a unui fabricat ține, deocamdată, mai mult de experiența particulară și de însușirile ce pot fi acordate de constructor unui material ce îi este cunoscut prin experiență proprie, decît de rezultatul unor determinări pe elemente de probă sau prin încercări pe modele ori pe construcții, care să se fi putut valorifica pe bază statistică într-o normă de proiectare sau într-un standard.

În lipsa unor cercetări pe elemente de probă sau a unei experiențe proprii se impune adoptarea unor valori directoare, pentru coeficienții de siguranță, indicate în literatura de specialitate [12, 13], pentru a se asigura materialului și formei condiția de rezistență necesară.

Deoarece valoarea modulului de elasticitate scade în urma unui efect dinamic bine determinat (ceea ce se poate produce, în cazul rezervorului, la umplerea și la golirea acestuia), calculul deformațiilor se va face, de asemenea, sub acoperirea unui coeficient de siguranță ; pentru reducerea corespunzătoare a lui E, datele se pot lua din studiul lui Hellwege și Wurtinger [14]. Această prudență se socotește justificată, deoarece urmările fizice ale elasticității-modul se evidențiază prin deteriorarea obiectului, iar diminuări măsurabile ale lui E s-au identificat experimental, chiar și pentru eforturi dinamice relativ slabe.

Avînd în vedere posibilitatea solicitării dinamice a rezervoarelor, se recomandă ca reducerea rezistențelor să se facă în raportul 1/10 (maxim) [15].

Elementele geometrice ale rezervorului din R_PFS $V = 18$ m^3 ; $d_{ext} = 2{,}20$ m ; $d_{int} = 2{,}184$ m ; $t = 4$ mm (grosimea mantalei) ; $l = 4{,}458$ m (lungimea mantalei) ; $L = 5{,}00$ m (lungimea între funduri).

Presiunea de calcul $p = 0{,}5$ kgf/cm^2 (presiunea interioară de probă la etanșeitate cu apă) ; $p_v = 0{,}0025$ kgf/cm^2 (presiunea de vacuum accidental [16]).

Montajul : a) suprateran, pe suporturi așezate la extremitățile mantalei ; b) îngropat.

Simbolurile folosite

A = proporția volumetrică de fibre de sticlă ;
B = proporția volumetrică de rășină poliesterică ;
E = coeficient elastic longitudinal (modul Young) ;
G = coeficient elastic transversal sau modul de rigiditate ;
F = secțiune transversală (suprafață) ;
l = lungime ;
G_p = greutate proprie ;
P = sarcină (încărcare) totală ;
p = presiune interioară ;
d_{ext} = diametru exterior ;
d_{int} = diametru interior ;
s = coeficient de alungire (mm^2/kgf) ;
$s_{11} = 1/E_x$; $s_{22} = 1/E_y$; $s_{33} = 1/G_{xy}$;

* Heterotropie sau anisotropie sau aelotropie este proprietatea pe care o posedă numeroase solide de a avea constante de deformație diferite, după direcții.

s_{12} = $s_{21} = \mu_{xy}/E_x = \mu_{yx}/E_y$;
t = grosime;
V = volum;
θ = unghi de deviere;
ε = $\Delta l/l$ = alungire;
μ = coeficient de contracție transversală (al lui Wertheim-Poisson);
σ = efort unitar x (rezistența la întindere sau la compresiune);
τ = efort unitar tangențial;
φ = unghi de rotire;
M,ξ = direcția meridianului sau a axei recipientului;
U,η = direcția paralelului sau a directricei recipientului;
x,y = axele principale ale consolidării;
a,b = straturi;
FS = fibre de sticlă;
R_P = rășină poliesterică nesaturată;
R_PFS = rășină poliesterică consolidată cu fibre de sticlă.

Relații de calcul. Se știe că formula „cazanului" se exprimă prin:

$$\sigma_M = pd/4t$$

și:

$$\sigma_U = pd/2t,$$

în care d reprezintă diametrul interior; deoarece t/d este mic, se poate admite, însă, orice mărime d între d_{ext} și d_{int}.

Pentru a ține seama de neuniformitatea repartizării tensiunilor în secțiune (tensiunea maximă de întindere se găsește la suprafața interioară a mantalei), se poate pleca de la expresia:

$$\sigma_{U\text{-}max.} = \frac{d_{ext}^2 + d_{int}^2}{d_{ext}^2 - d_{int}^2}\,\text{p}. \qquad (2)$$

Observînd că $d_{ext} - d_{int} = 2t$ și notînd $d_{ext}/t = n$, expresia (2) se poate scrie sub forma:

$$\sigma_{U\text{-}max} = p\frac{d_{ext}}{2t}\left[1 - \frac{1}{n} + \frac{1}{n^2}\left(1 + \frac{1}{n} + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{1}{n^2} + \frac{1}{n^3} + \cdots\right)\right].$$

Cum suma seriei infinite este:

$$\sum_{i=0}^{i=\infty}\left(\frac{1}{n^i}\right) = \frac{n}{n-1},$$

rezultă pentru tensiunea maximă relația:

$$\sigma_{U\text{-}max} = p\frac{d_{ext}}{2t}\left[\frac{n-1}{n} + \frac{1}{n(n-1)}\right],$$

care diferă de formula cazanului prin termenii din paranteză.

Notînd cu Γ acești termeni, expresia lor este:

$$\Gamma = \frac{d_{int}^2 + t^2}{d_{ext} \cdot d_{int}}.$$

Numim raportul Γ *caracteristica tubulară*, prin aceasta putîndu-se defini gradul de cavitate al unui tub (cazan) în raport cu grosimea peretelui său.

Relația (3) devine, deci:

$$\sigma_{U\text{-}max} = \frac{p}{2t} \cdot \frac{d_{int}^2 + t^2}{d_{int}} \qquad (4)$$

și exprimă faptul că efortul unitar maxim (longitudinal) într-un tub sub presiune unitară este o funcție directă de semisuma pătratelor diametrului interior și a grosimii peretelui, prin produsul acestora.

Expresia (4) corectează formula cazanului și reprezintă o contribuție a autorilor la calculul exact al tuburilor sub presiune; aceasta arată că — în raport cu teoria clasică — creșterea tensiunii pe fibra cea mai solicitată este cu atît mai mare, cu cît raportul t/d_i este mai mare. În legătură cu aceasta, se menționează faptul că în studiul său asupra variațiilor într-o grindă, în ipoteza distribuției nonliniare a eforturilor normale la secțiune, Reissner ajunge, de asemenea, la concluzia că tensiunea pe fibra cea mai solicitată, în cazul unei grinzi, este cu atît mai mare, cu cît este mai mare raportul h/l (h înălțimea grinzii, iar l deschiderea acesteia), fapt care confirmă valabilitatea teoriei noi, sub un aspect de generalitate.

Cum, prin aplicarea relației (4), între rezistențele σ_η și σ_ξ rezultă un raport diferit de 2/1 (dat de teoria clasică) și cum în cazul materialelor plastice consolidate dispunerea consolidării (armăturii) se face în funcție de direcțiile rezistențelor η și ξ, adică de raportul acestora, cunoașterea exactă a acestui raport devine de

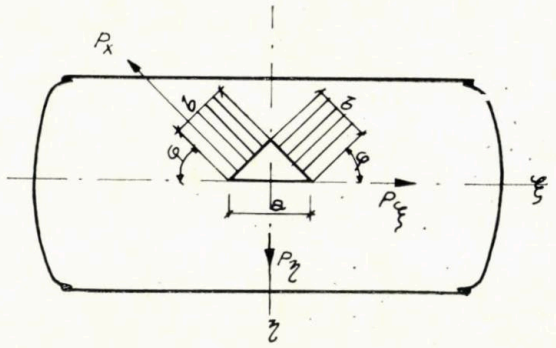


Fig. 1.

interes primordial în cazul materialelor heterotrope.

De exemplu, folosind notațiile din figura 1, unde $b = a \sin \varphi$ și $F_b = F/\cos\varphi$, rezistențele direcționale σ_η și σ_ξ sînt:

$$\sigma_\eta = \sigma_x \sin^2\varphi \quad \text{și} \quad \sigma_\xi = \sigma_x \cos^2\varphi,$$

raportul lor fiind:

$$\sigma_\eta/\sigma_\xi = \text{tg}^2\varphi.$$

Direcțiile (unghiul) consolidărilor fiind, deci, funcții de valoarea raportului σ_η/σ_ξ și armătura trebuind să fie așezată în laminat, pentru a prelua optim eforturile dezvoltate în acesta,

după orientarea * acestora, rezultă că, după teoria clasică, unghiul fiind constant și avînd totdeauna aceeași valoare, direcțiile armăturii se vor menține totdeauna aceleași, ceea ce nu este satisfăcător.

În cazul rezervorului cilindric așezat orizontal și sprijinit la extremități, pentru o dimensionare și o dispunere corectă a armăturilor, trebuie să se țină seama și de tensiunile de întindere rezultate din încovoierea proprie și din aceea dată de lichid, evaluarea acestora făcîndu-se cu :

$$\sigma_M = ql^2/8W = S_\xi/t \rightarrow (W = \pi r^2 t),$$

în care :

$$q = (G + \gamma V)/l, \text{ cu } G/l = g \cdot 2\pi r.$$

Pentru rezervorul experimental ce face obiectul prezentei note, rezultă :

$$\sigma_{U\text{-}max}/\sigma_{M\text{-}max} = 137{,}5/128{,}75 = 1{,}07\ (\simeq 1),$$

adică :

$$\text{tg}^2\varphi = 1{,}07\ ; \quad \varphi^2 = 1{,}03441$$

și, deci :

$$\varphi = 45^\circ\, 58'\ (\simeq 45^\circ),$$

ceea ce duce la :

$$\sigma_{U\text{-}max} \simeq \sigma_{M\text{-}max},$$

relație aproape generală pentru cazul rezervoarelor cilindrice cu ax orizontal, sprijinite la extremități, de capacitate mică și cu suprapresiuni interioare relativ scăzute. Pentru astfel de rezervoare, la care rezistențele principale au valori apropiate sau egale, armarea stratificatului care alcătuiește mantaua se poate face cu pături (maturi sau feutruri) din mătase de sticlă (fibre), acest gen de consolidare fiind suficient și economic.

În cazul unor eforturi unitare efective, sensibil diferite, armarea trebuie să se facă diferențiat, folosind fibre de sticlă ca atare (Roving) sau țesături (împletituri), acestea putînd permite, pe lîngă varierea direcțională și alegerea de secțiuni corespunzătoare.

Se notează că un avantaj al posibilității de armare cu pături din fibre de sticlă este și faptul că acestea au un comportament mai bun decît cel al împletiturilor, deoarece elementele puternic curbate în spațiu s-ar prăbuși dacă ar fi armate cu acestea din urmă.

* Deoarece în figură axa y are aceeași rotire φ, $\sigma_\eta = \sigma_y \sin^2\varphi = \sigma_x \sin^2\varphi$ și, deci, $\sigma_x = \sigma_y$, unde x și y sînt direcțiile consolidării, simetrice față de directrice.

BIBLIOGRAFIE

1. Müller, R. Gewickelte Hohlbehälter Filament Winding. În : Technische Mitteilungen, **57**, nr. 7, iul. 1964, p. 319.
2. * * * „Actual și interesant". În : Kunststoff-Bereiter, nr. 2, febr. 1968.
3. Haferkamp, H. Aufbau und Technologie von glasfaserverstärkten Kunststoffrohren. În : Erdöel-Erdgas-Zeitschrift, **81**, nr. 10, oct. 1965, p. 390.
3. Schaper, H. și Schlehöfer, B. Calculul static și încercarea tuburilor sub presiune pe bază de materie plastică întărită cu fibre de sticlă. În : Kunststoff, nr. 12, dec. 1965, p. 937.
4. Reissner, E. A contribution to the problem of elasticity of non isotropic materials. În : Phil. Mag., noiemb. 1940.
5. Puck, A. Asupra comportării la deformare și mecanismul de rupere a materialelor sintetice armate cu fibre de sticlă stratificate unidirecțional sau ortogonal. În : Kunststoffe, **35**, nr. 12, dec. 1965, p. 913.
6. Niederstadt, G. Baze de calcul al elementelor de construcție din materiale sintetice consolidate cu fibre de sticlă. În : Bekacite Nachrichten, nr. 1, ian. 1965, p. 15.
7. Haferkamp, H și Ehrenstein, G. Asupra dimensionării elementelor de construcție din materiale sintetice consolidate cu fibre de sticlă. În : Plastverbereiter, nr. 1, ian. 1966, p. 29.
8. Schönewald, H. Introducere în calculul stratificatelor plastice/fibre de sticlă pe bază de rășină. Partea I. În : Kunststoff—Rundschau, nr. 1, ian. 1968, p. 45.
9. Holgate, S. The effect of a hole on certain stress distribution in aelotropic and isotropic plates. În : Proceedings of the Cambridge Phil. Soc., iun. 1944.
10. Green, A. E. Stress Systems in isotropic and aelotropic plates. În : Proc. Roy. Soc., 1945.
11. Alexandrov, A. I., Briukker, L. E., Kursin, L. M. și Prusacov, A. P. Calculul plăcilor multistrat, Moscova, 1960.
12. Reher, H. Construcția ambarcațiunilor din material sintetic întărit cu fibre de sticlă. În : Bootswirtschaft, **1**, 1965, p. 68.
13. Schlich, W. R., Hagan, R. S., Thomas, J. R., Thomas, D. P. și Musselman, K. A. Communication à la conférence de la Society of Plastics Engineers, Detroit, 15—19 mai 1967.
14. Hellwege, K. H. și Wurtinger, H. Rissbildung in GFK — Laminaten infolge dynamischer Beanspruchung. În : Kunststoffe, **58**, nr. 2, febr. 1968, p. 163.
15. Schönewald, H. Einführung in die Berechnung von Glasfaser/ Kunststoff — Teilen II. În : Kunststoff — Rundschau, nr. 2, febr. 1968, p. 93.
16. Mateescu, D. Construcții metalice speciale. Ed. tehnică, București, p. 239.

CRONICĂ

CEL DE-AL XI-LEA CONGRES TRIENAL INTERNAȚIONAL AL I.G.U., DE LA MOSCOVA

Cel de-al 10-lea congres al Uniunii internaționale de gaze (International Gas Union — I.G.U.) a avut loc la Hamburg, în anul 1967, prilejuind prezentarea a 70 de comunicări discutate în șapte comisii.

Cel de-al 11-lea congres va avea loc la Moscova, în iunie 1970. Numărul comunicărilor anunțate a depășit dublul celor prezentate la congresul anterior, însumînd 178 de studii care vor fi discutate, de asemenea, în șapte comisii.

Discuțiile vor avea loc în zilele de 10, 11 și 12 iunie 1970, zilele de 9 și 13 iunie fiind rezervate deschiderii și, respectiv, închiderii lucrărilor congresului.

La acest congres, Olanda va contribui cu zece lucrări, Franța cu 13, R.P. Polonă cu 19 și U.R.S.S. cu 57.

Caracteristic este faptul că la acest congres nu va mai fi prezentată decît o singură comunicare despre fabricarea gazului de oraș din cărbune, primită din R.F. a Germaniei și referindu-se la un procedeu catalitic autotermic. Restul comunicărilor privesc exclusiv etapele valorificării gazelor naturale, și anume: extracția, transportul, și utilizarea lor, precum și tehnica construcției de gaze, lichefierea și comprimarea acestora. Cîteva comunicări tratează problema aparatajelor, a transformării instalațiilor vechi pentru gazul de oraș la folosirea gazelor naturale, a depozitării, a acoperirii vîrfurilor de consum, a comercializării și a utilizării industriale a gazelor naturale.

NOTE TEHNICE

EXPLOATAREA ZĂCĂMINTELOR DE GAZE ÎN ȚĂRILE DIN EUROPA DE VEST ȘI MAREA NORDULUI

Dezvoltarea, care se produce în prezent în lumea întreagă în toate domeniile, provoacă, paralel cu numeroase alte probleme, și o creștere rapidă a nevoilor de energie sub toate formele sale. Acest lucru se datorește atît faptului că populația mondială crește cu 50 mil./an, cît și transformărilor profunde ce au loc în viața oamenilor și a societății.

Calculele întreprinse au stabilit că în anul 2000 necesarul de energie se va mări de 5—6 ori în raport cu cel de azi. Studiile previzionale estimează că pînă la sfîrșitul acestui secol gazele vor interveni cu o însemnată pondere la satisfacerea cererilor de energie.

Folosirea gazelor naturale ca materie primă pentru industrie cît și ca sursă de producere de energie este de dată relativ recentă în comparație cu petrolul.

Deși primele utilizări ale gazelor naturale pentru iluminarea unor localități (Baltimore) apar în jurul anului 1814, nu se poate vorbi de o folosire la scară mondială decît în preajma celui de al doilea război mondial.

Pînă nu de mult se considera că zăcăminte de țiței și gaze există numai în anumite regiuni ale globului, ca, de exemplu: U.R.S.S., Mexic, Texas, Venezuela, California, România și altele.

Datorită mijloacelor tehnice moderne de cercetare geologică s-au putut descoperi, pînă la mari adîncimi, noi zăcăminte de gaze în Olanda, Marea Nordului, U.R.S.S., Algeria, Australia, Iran, Irak, Arabia, Kuweit, Egipt, Bolivia, Afganistan, Pakistan, Canada și altele.

După al doilea război mondial s-au pus în exploatare sau sînt în curs să fie exploatate rezerve importante de gaze și țiței în Africa de Nord, Alaska, Birmania, Nigeria, Venezuela, Orientul Mijlociu, America de Sud și regiunea Orientală a U.R.S.S.

De asemenea, trebuie menționat că pe harta petrolieră a globului terestru sînt zone largi, ca, Sahara algeriană sau Europa Occidentală unde rezervele de gaze depășesc pe cele ale țițeiului.

Pentru anul 1973 se estimează că cererile de gaze (fără țările socialiste) vor crește la circa 2 831,7 mil. m³ gaze naturale și la 390,7 m³ gaze petroliere lichefiate.

Rezervele mondiale de gaze naturale (fără țările socialiste) se estimează la 27 467,1 miliarde m³ repartizate astfel:

8 296,9 miliarde m³ în S.U.A.
1359,2 miliarde m³ în Canada.
1302,5 miliarde m³ în America de Sud.
370,9 miliarde m³ în Mexic.
4 782,4 miliarde m³ în Africa.
5 975,2 miliarde m³ în Orientul Mijlociu.
4 059,2 miliarde m³ în Europa de vest.
1 330,8 miliarde m³ în Orientul Îndepărtat.

Rezervele de gaze cunoscute în U.R.S.S. se estimează la cel puțin 9 100 miliarde m³ fără a include și noile descoperiri de gaze din vestul Siberiei.

Rezervele de gaze naturale ale S.U.A. pot satisface actuala cerere pe timp de 16 ani, iar cele ale Canadei pot acoperi cererile interne pe timp de 34 ani.

Rezervele din Europa de vest provin din Olanda și din Marea Nordului. Astfel s-a constatat că țările din Europa de Vest slab dotate cu zăcăminte de materii energetice pe bază de hidrocarburi, tributare în cea mai mare parte a importului de petrol din alte continente au organizat o vastă activitate de depistare a zăcămintelor de gaze din platforma continentală europeană.

În urma prospecțiunilor întreprinse au fost descoperite importante zăcăminte de gaze naturale în Marea Nordului.

În cursul anului 1969 s-au efectuat circa 180 foraje în partea sudică a bazinului Mării Nordului; rezervele actuale ale acestui bazin ridicîndu-se la circa 800 miliarde m³.

Întreg bazinul din Marea Nordului este situat pe carbonifer (Vestfalian Uralian), gazul natural prospectat fiind înmagazinat în gresia de Rotlingeal ce se întinde pe o suprafață de sute de metri grosime și în calcare magneziene, toate fiind gaze de origină carboniferă reținute în anticlinale cutate sau falii.

Producția de gaze naturale din Marea Nordului, aparținînd Angliei, este concentrată în această regiune în patru zăcăminte mai importante: West Sole, Leman, Indefatigable și Hewet.

Potrivit consiliului de gaze, rezervele globale ale celor patru zăcăminte se ridică la 700 miliarde m³.

Pînă în prezent Anglia este singura țară care extrage și utilizează gaze naturale din Marea Nordului cu toate că și Olanda, Danemarca, R.F. a Germaniei și Norvegia au dreptul de a exploata unele zone din platforma continentală europeană.

În cadrul conferinței din anul 1964, a platformei continentale, la care au participat 22 de state, s-au delimitat zonele de exploatare ale celor cinci țări suverane și aproximativ jumătate din această zonă a fost alocată Angliei.

În prezent, în Anglia, se află în funcțiune două conducte marine, iar altele două sînt în curs de instalare.

Pînă în anul 1973 sînt prevăzute a se construi în Anglia, încă 8 045 km conducte.

În prezent, gazul natural este folosit, în Anglia în cea mai mare parte în industria chimică.

Pentru anul 1970 se estimează că industria chimică britanică va consuma 2,24 mil. m^3/zi, iar consumul pe întreaga industrie, incluzînd şi celelalte ramuri industriale, va atinge 4,34 mil. m^3/zi.

Zăcămintele de gaze din Marea Nordului se întind şi pe zona continentală europeană unde începînd din anul 1959 se exploatează de către Olanda şi zăcămîntul Gröningen, considerat a fi unul dintre cele mai mari zăcăminte de gaze din lume. Rezervele de gaze de la Gröningen se apreciază că sînt de circa 1 600 mil. m^3. Parte din gazele exploatate din acest zăcămînt se exportă în R.F. a Germaniei (circa 200 mil. m^3/an).

Cercetările întreprinse au stabilit că gazele de la Gröningen sînt tot de origină carboniferă acumulate în gresia de Rotlingen. Temperatura gazului ajunge în zăcămînt la circa 107°C, iar presiunea atinge 350 atmosfere aceasta datorită stratului superior format dintr-o rocă groasă saliferă.

În zonele din Marea Nordului, aparţinînd Danemarcei şi R.F. a Germaniei, toate forajele executate nu au identificat zăcăminte de gaze în cantităţi exploatabile.

Un alt zăcămînt important din Europa de vest, în afară de cel din Gröningen şi Marea Nordului, este zăcămîntul de la Meillon-St-Faust-Pont d'As din Franţa, care este aşezat pe ambele părţi ale anticlinalului Pan pe o lungime de 5 000 m.

Prima prospecţiune s-a făcut la începutul anului 1965 la Meillon, la nord de anticlinalul Pan, la o adîncime de 4 700 m spre baza jurasicului superior.

Interesul prezentat de această zonă a fost confirmat de descoperirea de la St. Faust.

Partea de sud a anticlinalului este productivă în terenurile Rousse şi Point d'As. Gazul este acumulat în două rezervoare: dolomita Mano şi dolomita de Belaire (în jurasicul superior).

Tot în Franţa, în Aquitania, s-a descoperit în anul 1951 zăcămîntul de gaze de la Lacq şi s-a estimat că rezervele din această zonă depăşesc 56 000 000 m^3.

În prezent Franţa importă gaze din Olanda şi din Algeria. Pînă în anul 1975 importul de gaze, care în prezent este de 8,4 mild. m^3/an, urmează să crească la 28.10^9 m^3/an.

S-a constatat că gazele statisfac circa 20% din cererile de energie la nivel mondial.

După toate prospecţiunile efectuate pînă în prezent nu se pot trage concluzii definitive în ceea ce priveşte mărimea zăcămintelor de gaze din Europa de vest şi Marea Nordului cu atît mai mult cu cît în paralel cu lucrările de prospectare a trebuit să se dezvolte şi să se pună la punct tehnicile adecvate.

Dificultăţilor tehnice legate direct de procesul de exploatare se adaugă şi acela al asigurării mijloacelor de transport către punctele de consum, respectiv punerea la punct a tehnicilor de construire a conductelor de aducţiune şi de fixare a acestora în mare.

DOCUMENTARE

* * * **Descoperirea unor mari depozite de „gaze solide" în U.R.S.S.** În: Gaz World, **171**, nr. 4 456, 10 ian. 1970, p. 86.

Comitetul pentru invenţii şi descoperiri din U.R.S.S. a anunţat descoperirea unor mari depozite de gaze naturale în stare solidă, sub formă de filoane, ale căror rezerve au fost evaluate la peste 15 trilioane m^3.

Specialiştii au determinat condiţiile în care gazele naturale se solidifică, şi anume: la presiunea de 250 at şi la o temperatură de pînă la + 25°C moleculele de apă subterană se aglomerează în jurul moleculelor de gaze sub forma unui hidrat concentrat, care se aseamănă cu o gheaţă de culoare gri-argintie.

Un metru cub din acest concentrat solid conţine 200 m^3 gaze naturale.

Descoperirea făcută în regiunile arctice a fost confirmată prin experienţe efectuate pe hidraţi artificiali, în laboratoarele Comitetului de invenţii şi descoperiri din Moscova. S-a stabilit că astfel de zăcăminte se află în zonele de îngheţ permanent la adîncimi de pînă la 2 500 m.

Rezervele mondiale de gaze naturale, sub forma de hidraţi solizi, au fost evaluate la peste 50 trilioane m^3.

Datorită rezistenţei electrice mari pe care o au aceste depozite, identificarea lor prin metode geofizice convenţionale nu este dificilă.

Pentru transformarea hidratului solid în gaze, este necesar să se foreze în filon o sondă, reducîndu-i-se presiunile,sau să se injecteze un catalizator, cum este alcoolul metilic.

T i m o f e e v, N. S. ş.a. **Aparat de fund pentru înregistrarea vibraţiilor părţii de jos a garniturii de foraj**. În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 1, ian. 1970, p. 11—14.

În articol se descrie construcţia vibrografului de fund, a cărui funcţionare se bazează pe principiul înregistrării mecanice a deplasărilor părţii de jos a graniturii de foraj, prevăzută cu carotieră, pe un element nemişcat (cilindru), legat rigid cu carota în formare. Se prezintă, de asemenea, rezultatele încercării aparatului la o sondă experimentală.

Se face descrierea detaliată a rocilor traversate, a regimului de foraj, a componenţei garniturii de foraj şi a altor elemente ce caracterizează condiţiile experimentării.

Se încearcă explicarea unora dintre regularităţile observate în înregistrările oscilaţiilor de torsiune şi a vibraţiilor verticale, se determină valorile amplitudinii şi frecvenţei deplasărilor componentei de jos a garniturii în timpul forajului.

C e p e l e v, V. G. ş. a. **Sistem telemetric pentru cercetarea vibraţiilor garniturii de foraj şi a apăsării pe sapă în cazul forajului cu motor electric de fund**. În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 1, ian. 1970, p. 14—18.

La biroul special de proiectări a forajului cu motoare electrice de fund (O. Harkov) s-a elaborat o construcţie a sistemului telemetric pentru cercetarea vibraţiei garniturii de foraj şi a apăsării pe sapă atunci cînd se sapă cu motor electric de fund.

Probele acestui telesistem s-au efectuat la scară industrială.

În articol se prezintă unele rezultate obţinute la încercările telesistemului în sondele schelelor de la Şebelinka şi Otradnenskoe. Se fac recomandări pentru utilizarea telesistemului în scopuri de cercetare.

K a s p e r s k i, B. V. ş.a. **Proprietăţile emulsionante ale filtratelor fluidelor de foraj**. În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 1, ianuarie 1970, p. 18—22.

Cercetările experimentale ale emulsiilor hidrofobe şi hidrofile, rezultate în condiţii normale cu diferiţi filtraţi ai fluidelor de foraj şi ai ţiţeiurilor din zăcămintele ţinutului Krasnodar, precum şi la temperaturi şi presiuni ridicate obţinute într-o autoclavă special construită prevăzută cu agitator interior cu elice şi cu electrotator pentru controlul stării emulsiei, au dat următoarele rezultate:

1. emulsiile obţinute în condiţii normale se împart în trei tipuri: stabile, cu separare parţială a fazei dispersate, cu separare totală a fazei dispersate;

2. raportul componenţilor primari influenţează foarte mult asupra tipului şi stabilităţii emulsiei;

3. capacitatea cea mai mare de emulsionare o au filtratele puternic alcaline, iar cea mai redusă — cele foarte mineralizate. Cele mai stabile emulsii se formează cu ţiţeiurile cu conţinut ridicat de asfaltene şi bitumuri macromoleculare.

Filtratul încălzit sau tratat cu sulfonol formează emulsii puţin stabile.

Adaosul de nisip cuarţos influenţează mai cu seamă asupra tipului de emulsie rezultată. În toate cazurile la raportul de faze 1 :1 rezultă emulsii hidrofile „ţiţei în apă", 10—15% din filtrat fiind legat de nisip. Stabilitatea emulsiilor în acest caz este la fel cu aceea a emulsiilor preparate fără adaos de nisip. Dar spargerea emulsiei aflată în volumul poros al nisipului depus, se manifestă sub formă de mărire a picăturilor de ţiţei şi de filtrat pînă la dimensiunile porilor, după care procesul de dezemulsionare se atenuează foarte mult.

Mirzageanzade, A. H. şi Mitelman, B. I. **Unele orientări de perspectivă a dezvoltării hidraulicii de foraj.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 1, ian. 1970, p. 18—20

În articol se arată orientările principale ale dezvoltării viitoare a hidraulicii de foraj. Se subliniază discrepanţa mare dintre nivelul elaborărilor teoretice a metodelor hidrodinamicii mediilor plastice-viscoase şi practică. Cauza rezidă în lipsa aparaturii reometrice, fapt ce duce la aplicarea şi în prezent a unor mărimi convenţionale, care nu au nici un sens fizic.

Se analizează exactitatea calculelor. Se propune utilizarea datelor (informaţiei) determinate la gura sondei pentru cercetarea proceselor hidrodinamice de fund. Se discută aplicabilitatea în foraj a paradoxului Grey şi efectului Toms.

Melik-Aslanov, L. S. ş. a. **Condiţiile de deschidere a depozitelor mezozoice din Azerbaigean.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **40**, nr. 1, ian. 1970, p. 26—28

Prin calcul se arată posibilitatea ca sub acţiunea presiunilor hidrostatice şi hidrodinamice din timpul forajului de deschidere a stratului să se provoace lărgirea fisurilor existente în el şi formarea altora noi ca efect al fisurării hidraulice a stratului.

Cercetările au stabilit că, în cadrul metodei actuale de deschidere a intervalelor presupuse productive din depozitele mezozoice, fluidul în procesul de foraj pătrunde la adîncimi apreciabile în fisuri şi, aflîndu-se în aceste fisuri un timp îndelungat în condiţiile de temperaturi şi presiuni ridicate, îşi pierde fluiditatea.

În această situaţie dislocarea fluidului din fisuri prin crearea unor depresiuni mari în strat sau altor măsuri cunoscute în cursul probelor de aflux nu aduc rezultate.

Ţinînd seama de aceasta se recomandă o nouă modalitate de săpare, deschidere şi probare a intervalelor perforate din depozitele mezozoice.

* * * **Potenţialul petrolifer al Siberiei.** În: Gas Abstracts, **25**, nr. 10, noiemb. 1969, p. 284

S-au descoperit pînă în prezent în Siberia rezerve de gaze de 5 000 miliarde Nm^3 şi de ţiţei, de 12 miliarde şi alte descoperiri sînt probabile.

Numai zăcămîntul Samotlov singur poate produce 100 mil. t/an.

Rezervele totale ale U.R.S.S. se ridică astfel la 11 200 miliarde Nm^3 în timp ce Statele Unite cu 8 000 miliarde Nm^3.

În Siberia, din cauza temperaturilor de —45°C din timpul iernii, 22 de helicoptere (10 cu tren de aterisaj pe schi) ajută la ridicarea turlelor şi la montarea conductelor. Un nou vehicul cu pernă de aer permite ca o instalaţie de foraj de 200 de t să fie ridicată şi transportată cu tractoarele la o nouă locaţie.

Cea mai mare dificultate este lipsa mîinii de lucru locale dar guvernul oferă avantaje importante lucrătorilor doritori de a lucra în aceste regiuni.

Se are în considerare construcţia unei conducte de gaze cu diametrul de 56 in (1 422 mm) şi se studiază serios o conductă de 98 in (2 500 mm).

Este posibil ca parte din acest gaz să fie exportat în Japonia.

Movsumov, A. A. ş. a. **Cercetarea experimentală a permeabilităţii rocilor după curbele de redresare a presiunii şi estimarea permeabilităţii tălpii sondei în foraj.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 1, ian. 1970, p. 24—25

În articol se analizează rezultatele cercetărilor de laborator a influenţei rocilor cu permeabilitate diferită asupra duratei de redresare a presiunii.

Precum se ştie curăţirea tălpii sondei de roca forată şi, prin urmare, viteza de foraj şi deci şi avansarea pe marş depind în multe privinţe de viteza de redresare a presiunii.

Asupra vitezei de redresare a presiunii influenţează permeabilitatea stratului, dinamica dezvoltării şi propagării fisurilor din talpa sondei, conţinutul de fază solidă şi filtraţia fluidului de foraj în cadrul (ansamblul) hidrodinamicii.

În urma cercetărilor efectuate rezultă că după caracterul curbelor experimentale obţinute pentru redresarea presiunii se poate determina permeabilitatea rocii, grosimea turtei de noroi, adîncimea de pătrundere şi timpul de stabilizare a vitezei de filtraţie.

Se propune o metodă pentru determinarea permeabilităţii rocii la talpa sondei aflată în foraj.

Sazonov, B. F. **Cercetarea influenţei sistemului de inundare asupra ritmului de extracţie şi a recuperării finale a ţiţeiului din strat.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48** nr. 1, ian. 1970, p. 35—38

În articol se examinează influenţa sistemului de inundare intraconturală asupra ritmului de extracţie şi a recuperării ţiţeiului din strat. Se constată, că prin modificarea lăţimii blocurilor în care se compartimentează zăcămîntul de ţiţei şi a numărului de şiruri ale sondelor de exploatare dintr-un bloc, se poate obţine o gamă largă de ritmuri în extracţia lichidului din zăcămînt. Cu intensificarea sistemului de inundare se obţine o accelerare mai mare a ritmului de extracţie, decît cu îndesirea reţelei de sonde. Se constată, de asemenea, că prin sistemele de inundare în blocuri extracţia lichidului din strat este aproape proporţională cu numărul sondelor.

Cercetarea gradului de recuperare a ţiţeiului prin diferite sisteme de inundare arată, că cea mai mare recuperare finală de ţiţei o asigură sistemele cele mai active de inundare.

Krivonosov, I. V. ş.a. **Cu privire la influenţa căderii de presiune dintre strate asupra receptivităţii stratelor vecine cu permeabilitate diferită.** În: Nefteanoe hozeaistvo **48**, nr. 1, ian. 1970, p. 39—43

Zăcămîntul de la Romaşkino, ca şi alte cîteva zăcăminte ale Tatariei produc prin exploatare simultană a mai multor strate cu permeabilitate diferită, fiind separate unele de altele prin intercalaţii de argilă cu grosimi de cîţiva metri.

Analiza comportării sondelor de injecţie arată că stratele cu permeabilitate pînă la 300 m Darcy, aflate în vecinătate cu stratele foarte permeabile, nu primesc apa la presiunile curente de injecţie. În cazul însă al sondelor exploatînd un singur strat, la aceleaşi presiuni de injecţie, stratele cu permeabilitate de 200—300 mDarcy, de regulă primesc apa de injecţie.

Cercetările au stabilit, că asupra receptivităţii stratelor cu permeabilitate redusă, aflate în vecinătatea stratelor foarte permeabile, influenţează diferenţa de presiuni din zona de talpă a stratelor supuse injecţiei.

Datorită unei extinderi mai rapide prin stratul cu permeabilitate mare a zonei de propagare a presiunii ridicate, asupra stratelor vecine se exercită o sarcină complimentară de compresiune, care impiedică dezvoltarea fisurilor. Prin aceasta se explică receptivitatea lor redusă. În cazul sondelor cu un singur strat exploatat asemenea efecte nu se constată.

În articol se fac recomandări pentru mărirea receptivității stratelor slab permeabile la sondele cu mai multe strate exploatate simultan, și anume injecția separată a apei și punerea succesivă în exploatare a stratelor.

Producția de țiței a U.R.S.S. În: Petroleum Times, **79**, nr. 1 888, 2 ian. 1970, p. 7—8

În ultimul plan cincinal al U.R.S.S., 1965—1969, producția de țiței a crescut de la 243 la 328 mil. t/an.

În U.R.S.S. sînt 25 de regiuni petrolifere, dintre care, după statistica anului 1969, cele mai importante sînt următoarele:

Regiunea:	Mil. t	% creștere față de 1968
Tataria	55,8	103,5
Başkiria	25,2	91,7
Kuibîşev	20,0	100,0
Azerbaidjan (Baku)	11,8	94,9
Tiumen (Siberia de vest)	10,5	170,5
Groznîi (Caucazul de nord)	10,3	113,7
Perm (Urali)	8,8	106,2
Turkmenia	7,5	100,6
Ucraina	7,4	109,3
Kazahstan	5,0	121,3
Volga inferioară	3,7	100,6
Orenburg	3,5	115,1
Stavropol	3,5	104,4
Krasnodar	3,0	98,7
Ukhta	2,7	107,7
Bielorusia	1,4	159,4

Se observă că unele regiuni consacrate, cum sînt Azerbaidjan și Başkiria, au înregistrat declinuri de producție. Azerbaidjanul este cea mai veche regiune petroliferă a U.R.S.S., în care mai mult de jumătate din producție se obține din Marea Caspică. Declinul Başkiriei este temporar, dat fiind că programul de foraj al noilor sonde este în curs.

Kazahstanul oferă mari speranțe cu exploatările din peninsula Mangîşlak, situate pe coasta de nord-est a Caspicei. Dezvoltarea exploatării este legată de mărirea capacității de transport a conductelor de țiței. De asemenea, se află în construcție și conducte pentru transportul apei de mare, folosită la injectarea în zăcăminte. Spălarea cu apă a zăcămintelor de țiței este metoda secundară prin care se extrag 70% din țițeiul sovietic.

Siberia reprezintă marea speranță a U.R.S.S. În anul 1969 ea a produs 12 mil. t, creșterea producției fiind de 2 mil. t/lunar, astfel încît pentru 1970 producția ei se estimează la 30 mil. t. În 1980, Siberia va produce 40% din totalul producției de țiței a U.R.S.S. (5—600 mil. t/an). Se menționează că sonda Samoltov, forată în fluviul Obi, a dat o producție de 6 000 t/zi.

Există 82 de grupuri automatizate de extracție, controlate prin calculatoare.

S t a n k e v i c i, E. F. **Cu privire la legile de dezlocuire a țițeiului cu apa**. În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 1, ian. 1970, p. 45—47

În cazul inundării intraconturale a stratelor de țiței, apa dulce alege drept cale de pătrundere stratele și sistemele de pori cu permeabilitatea cea mai mare. Apa și țițeiul se deplasează separat, dar pe căi paralele. Sărarea apei injectate (apă dulce) se produce ca urmare a desalifierii de difuziune și a dezlocuirii lente a apei remanente cu țițeiul din sectoarele cu permeabilitate redusă prin microcurențiii apei de dezlocuire. În fața frontului de dezlocuire nu se formează unda de apă remanentă.

Amestecarea apei remanente și a celei de strat cu apa dulce, de regulă, se petrece nu în strat, ci în sondă.

M u s a e v, R. A. ș.a. **Influența temperaturii asupra adsorbției și desorbției AAS solubili în țiței încercați pe nisipul de cuarț în condiții dinamice**. În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 1, ian. 1970, p. 28—29

În legătură cu utilizarea pe scară tot mai largă a AAS (agenți activi de suprafață) în procesele tehnologice de extracție a țițeiului s-au efectuat cercetări legate de influența temperaturii asupra adsorbției și desorbției AAS solubili în țiței încercați pe nisipul de cuarț în condiții dinamice.

În articol se prezintă concluziile trase în urma cercetărilor efectuate, și anume:

1) dintre AAS încercați pe nisipul de cuarț cel mai activ se adsorb agenții cationo-activi, aceștia desorbindu-se mai puțin de pe suprafața nisipului în comparație cu agenții neionogeni;

2) în prezența apei reziduale în mediul poros adsorbția AAS se reduce, iar desorbția se mărește;

3) natura AAS influențează vizibil modificarea mărimii adsorbției limită;

4) cu creșterea temperaturii desorbția AAS se mărește.

*** * * O analiză a alimentării cu gaze în S.U.A.** În: Gas Abstracts, **25**, nr. 11, noiemb. 1969, p. 284

Comisia Federală pentru energie (Federal Power Commission) din Statele Unite ale Americii a publicat la sfîrșitul anului 1969, o analiză a situației alimentării cu gaze, care a dus la concluzia că este necesar imediat un program major combinat stat—industria particulară pentru a se asigura creșterea continuă a alimentării cu gaze naturale în timpul decadei următoare.

Elementele de bază luate în considerare sînt:

— Avantaje pentru explorare.

— Politica de concesionare de terenuri a guvernului federal atît pe uscat cît și pe mare.

— Politica de importuri de gaze naturale atît pe conducte, cît și ca gaze naturale lichefiate.

— Prioritatea de utilizare a gazului cînd cantitatea de gaze devine insuficientă.

— Cheltuielile federale și particulare pentru combustibili sintetici.

Studiul a scos în evidență următoarele puncte:

1. Raportul dintre rezervele naționale și producția (R/P) (excluzînd Alaska) se va micșora de la 14,6 la 10,2 la sfîrșitul anului 1973.

2. Analiza rezervelor totale sigure pe zone și categorii de gaze în Statele Unite arată că:

a. Deficiențe regionale în alimentarea cu gaze sînt probabile chiar dacă raportul R/P este încă 10 sau mai ridicat decît acest nivel.

b. Raportul R/P în Louisiana va scădea sub nivelul critic de 8 în 1973 după care creșterea producției va fi progresivă din ce în ce mai mică.

c. Porțiunea din totalul rezervelor de gaze încă neavînd destinație va fi epuizată în 1974, cînd capacitatea de creștere a industriei de gaze naturale va fi limitată.

3. Resursele de gaze naturale încă nedescoperite în Statele limitrofe Statelor Unite sînt estimate la 2,5 pînă la 5 ori rezerva prezentă sigură de 7 900 miliarde m^3.

4. Necesitățile de gaze naturale vor continua să crească pînă și inclusiv anul 1973 cu o rație anuală de 6%.

5. Sursele suplimentare cele mai promițătoare sînt:

a. Gaz sintetic din cărbune.

b. Importul de gaze naturale lichefiate cu ajutorul vaselor cisternă.

c. Gaze naturale din Alaska.

d. Importuri din Canada.

Alte surse considerate sînt: resursele de gaze naturale nedescoperite, importuri din Mexic, șisturile bituminoase și stimularea nucleară a zăcămintelor de gaze.

O proiectare în timp pe cinci ani a producției și rezervelor a fost făcută pentru 8 zone: Louisiana sud, Coasta Golfului în Texas, Hugoton-Anadarko, Bazinul Permian, Munții Stîncoși, Appalachia și alte zone.

* * * **În U.R.S.S. se intenționează utilizarea conductelor cu diametrul 2 500 mm.** În: Gas Abstracts, **25**, nr. 11 noiemb. 1969, p. 285, 286.

Avantajele utilizării conductelor de diametru foarte mare sînt:

— Conductele de diametru mare înseamnă mai puține conducte paralele cu toate că pentru motive de siguranță trebuia să se construiască două conducte paralele.

— Capacitatea de transport este considerabilă. Comparația conductelor de diametru 98 in ≃ 2 800 mm cu cele de 48 in ≃ 1 220 mm arată că capacitatea de transport a unei conducte de 98 in ≃ 2 500 mm lucrînd la presiunea de 50 kgf/cm² este de 200 mil Nm³/zi, aproximativ cu capacitatea a două conducte de 78,7 in ≃ 2 000 mm, a trei conducte de 60 in ≃ 1 520 mm sau a cinci conducte de 55 in ≃ 1 400 mm.

Țevile pînă la diametrul de 60 in vor fi produse prin procedeele obișnuite. Peste această dimensiune vor fi necesare alte metode.

S-a planificat manufacturarea țevilor cu o rezistență la tensiune de 60 kgf/mm² și 70 kgf/mm² rezistența la tensiune curentă fiind de 50—52 kgf/mm². Comparația conductelor de diametru 62,8 in ≃ 1 295 mm, și 60 kgf/mm² rezistență, cu alte conducte arată că ele sînt numai cu 10% decît cele de 56 in = 1 422 mm cu rezistență 50 kgf/mm² și aceeași diferență se găsește și între conducta de 56 in = 1 422 mm cu rezistența 60 kgf/mm² și cea de 48 in ≃ 1 220 mm cu 50 kgf/mm² rezistență. La construcție rigiditatea longitudinală a unei conducte de 98 in este de 10 ori mai mare decît a celei de 55 in și de 20 a celei de 48 in.

SCURTE ȘTIRI

Creșterea capacității de transport a conductei de țiței „Prietenia"

Capacitatea de transport a conductei transeuropene „Prietenia", care leagă U.R.S.S. cu R. P. Polonă, cu R. S. Cehoslovacă și cu R. P. Ungară, va fi mărită în anul 1970 cu 12—14%. Lucrările sînt în curs pe întreaga lungime a conductei, din regiunea fluviului Volga către statele vecine la frontiera vestică a U.R.S.S., construindu-se o conductă paralelă, avînd diametrul mult mai mare decît prima. Totodată, se instalează noi stații de pompe. Un prim tronson din această lucrare a intrat în funcțiune în decembrie 1969.

★

Mărirea capacității unor rafinării din R. F. a Germaniei

Rafinăria societății ESSO, de la Hamburg—Harburg, cu o capacitate actuală de 3,5 mil. t/an, va fi mărită pînă în primăvara anului 1972 la 5,5 mil. t/an.

De asemenea, rafinăria societății British Petroleum Benzin und Petroleum A.G., de la Finkenwerder, cu o capacitate actuală de 4,3 mil. t/an, își va mări capacitatea la peste 5 mil. t/an.

Aceste lucrări sînt determinate de faptul că localitatea Wilhelmshaven este singura care se pretează la acostarea petrolierelor gigantice, de 200 000—250 000 t, de pe întreaga coastă germană a Mării Nordului. Cele două societăți vor construi o conductă de țiței de mare capacitate, de la Wilhelmshaven la Hamburg.

★

Mărirea capacității de țiței în Austria

Două dintre cele mai mari rafinării ale Austriei, cea de la Schwechat și cea de la Lannach, vor primi credite în valoare de 26,4 mil. de șilingi, respectiv de 12 mil. de șilingi, pentru a-și mări în anul viitor capacitățile de prelucrare.

Cele 38,4 mil. de șilingi, împreună cu suma de 36 mil. de șilingi destinată industriei petrochimice, nu reprezintă decît, cel mult, jumătate din totalul de 168 mil. de șilingi, pe care Austria l-a prevăzut pentru sectorul petrolier în bugetul său pe anul 1970.

Diferența va fi investită în alte rafinării, instalații petrochimice și construcții de conducte magistrale pentru țiței.

★

R. P. Polonă va importa țiței din Iran

Un nou contract a fost semnat între Iran și R. P. Polonă, pe o perioadă de cinci ani. Pe această bază Iranul va exporta în R. P. Polonă țiței, produse petroliere și fracțiuni pentru petrochimie.

★

Construirea unei instalații pentru fabricarea cocsului în R. F. a Germaniei

Societatea Gelsenberg va construi la rafinăria sa din Gelsenkirchen-Horst o instalație de cocsare bazată pe procedeul Marathon Wise, comandată la Foster Wheeler Française și care urmează a fi recepționată în anul 1971. Procedeul folosit la desulfurarea țițeiului va fi cel dezvoltat de U.O.P., la Institutul francez al petrolului. Costul total al noii instalații este estimat la circa 70 mil. de mărci, iar capacitatea va fi de 150 000 t/an.

★

Serviciii oferite de R. P. Ungară în Irak

R. P. Ungară a oferit societății Iraq National Oil utilaj pentru prelucrarea țițeiului, efectuarea de expertize tehnice în industria petrolului, precum și asistență financiară.

R. S. Cehoslovacă construiește o rafinărie în Irak

Agenția cehoslovacă C.T.K. a anunțat încheierea la Praga, la sfîrșitul lunii noiembrie 1969, a unei convenții pentru cooperare economică și tehnică între cele două țări.

Pe baza acestei convenții, R. S. Cehoslovacă va construi în Irak, la Basra, o rafinărie de petrol. Totodată, va participa și la construcția unei conducte pentru transportul țițeiului din Irak spre R. S. Cehoslovacă.

În schimbul utilajului exportat, R. S. Cehoslovacă va importa țiței din Irak.

Un contract similar a fost încheiat la Praga, la 20 noiembrie 1969, între R. S. Cehoslovacă și Iran; pe baza acestuia R. S. Cehoslovacă va importa 20 mil. t țiței din Iran.

★

Construcția unei conducte uriașe de țiței între Iran și Turcia

Turcia și Iranul au semnat recent la Ankara o convenție pentru construcția unei conducte de țiței prin care se va transporta țițeiul din Iran spre portul turcesc Iskenderun, situat pe coasta Mediteranei.

Conducta va avea o lungime de 1 060 mile (1 700 km) și va costa circa 230 mil. de lire turcești.

Nu se cunoaște încă destinația pe care o va avea țițeiul ce va fi transportat prin această conductă.

★

Descoperirea unui zăcămînt de țiței pe platforma continentală a Norvegiei

Consorțiul format din societățile: Phillips Petroleum, AGIP Norsk, American Petrofina și Grupul Petronord, în care sînt asociate interese franceze și norvegiene, a răzbit o sondă de țiței în Marea Nordului, situată la o distanță de 135 mile (250 km) de coasta norvegiană.

Același consorțiu a descoperit și o sondă de gaze în iunie 1969, pe aceeași platformă continentală. Dată fiind poziția acestei sonde față de coasta Norvegiei și a Angliei, consorțiul a decis ca ea să fie legată mai degrabă de coasta engleză, decît de cea norvegiană. Din cauza costului ridicat, nu s-a luat încă nici o hotărîre în această privință.

★

Date definitive asupra costului forajului din S.U.A. în anul 1967

Cheltuielile totale pentru forajul și echiparea sondelor de țiței, gaze și sterile s-a ridicat în anul 1967 la 2 299 mil. dolari (aproximativ) fiind în scădere cu 2,6% față de 1966.

Adîncimea medie a sondelor de țiței s-a redus cu 2,9% de la 4 134 ft (1 260 m) la 4 013 ft (1 223 m). Costul mediu pe picior a crescut cu 10% de la 15,04 dolari la 16,61 dolari.

Adîncimea medie a sondelor de gaze s-a redus de la 6 151 ft (1 874,8 m) la 6 116 ft (1 864,1 m). Costul pe picior s-a ridicat de la 21,75 la 23,05 dolari adică cu 6%.

Adîncimea sondelor sterile s-a mărit cu 3,5% de la 46,4 ft (1 406 m) la 4 777 ft (1 456,0 m).

Numărul total al sondelor a scăzut cu 8,7% corespunzînd la o reducere de metraj de 8,8%.

Scăderea mică procentuală a cheltuielilor totale în comparație cu reducerea mai mare a numărului de sonde și al metrajului are drept cauze:

1. Creșterea activității pe mare (offshore) în California și Alaska.

2. Creșterea costului manoperei și materialelor. Costul total al forajului marin a crescut cu 15,6% la peste 614 mil. dolari. Numărul total al sondelor marine a crescut cu 21%, dar adîncimea medie a scăzut cu 10,2% de la 10 553 ft (3 216,5 m) la 9 464 ft (2 884,6 m). Costul mediu pe picior a crescut cu 6,2% de la 44,75 la 47,54 dolari.

RECENZII

P. A. RĂDULESCU: **Exploatarea rațională a instalațiilor de foraj-extracție**. Ed. tehnică, București, 1969, p. 236.

Lucrarea tratează în 236 de pagini problemele specifice exploatării raționale a instalațiilor ce se folosesc în industria de petrol, pentru forajul sondelor și pentru extracția țițeiului și a gazelor.

Autorul pune la dispoziția cititorului cunoștințele teoretice și practice legate de construcția și de exploatarea utilajelor și a instalațiilor moderne care asigură performanțe superioare în funcționare și eficiență economică sporită.

Prin tipărirea acestei lucrări, Editura tehnică oferă tuturor specialiștilor din industria petrolului posibilitatea de a cunoaște stadiul actual al acestor instalații, concepute la nivelul tehnicii mondiale, modul lor de exploatare și de întreținere pentru a obține performanțele proiectate în condiții de eficiență maximă.

Ideea de fond a acestei lucrări este optimizarea regimurilor de lucru ale instalațiilor, în vederea creșterii productivității muncii și a reducerii prețului de cost al metrului forat sau al tonei de țiței extras.

Cartea este alcătuită din trei capitole mari, legate funcțional între ele, fapt ce asigură unitatea lucrării în integritatea ei.

Capitolul I, intitulat „Factorii care determină potențialul de eficacitate tehnico-economică a exploatării instalațiilor moderne de foraj-extracție", dezbate în 137 de pagini problemele privind indicatorii principali ai exploatării instalațiilor și efectele economice ale acestei exploatări. El conține, de asemenea, și parametrii constructivi-funcționali ai instalațiilor, stabiliți în condiții de exploatare extensivă și intensivă. Este necesar să se cunoască acești factori, întrucît, în condițiile de eficiență sporită, exploatarea și întreținerea instalațiilor necesită o programare științifică prealabilă și o instruire specială a personalului de servire.

Capitolul II, „Determinarea metodelor și indicilor exploatării raționale a instalațiilor de foraj — extracție", tratează problemele legate de utilitatea economică și de capacitatea potențială de exploatare a instalațiilor de foraj-extracție, în general, și, în special, pentru instalațiile fabricate în R. S. România. Autorul expune principiile teoretice pentru determinarea parametrilor funcționali ai instalațiilor, expresiile lor matematice, relații și exemple de calcul. Se prezintă, de asemenea, căile principale pe care trebuie să se acționeze pentru a se realiza o exploatare rațională a instalațiilor, în scopul creșterii eficacității utilizării lor, a sporirii gradului de valorificare a capacității de exploatare potențială și a reducerii prețului de cost al producției. Urmărirea permanentă a rezultatelor acestor acțiuni se efectuează prin examinarea indicilor, care constituie criteriile adimensionale de analiză a variațiilor dinamice ale indicatorilor economici și tehnico-economici. În lucrare sînt redate sub formă de tabele sinoptice grupele de indicatori și indicii de exploatare ai instalațiilor, precum și relațiile lor de calcul. Utilizarea în calculele de analiză a relațiilor matematice prezentate de către autor elimină comparația arbitrară a rezultatelor obținute de către aceste instalații în diferite perioade de timp de exploatare. Se prezintă, de asemenea, criteriile de comparație între diferite instalații confecționate de diferite firme.

Pentru efectuarea de analize tehnico-economice preliminare este nevoie de mijloace de investigație operative, care să permită alegerea instalației potrivite scopului propus. Calculul și examinarea indicatorilor și a indicilor performanțelor permit stabilirea nivelului tehnic al unei instalații în raport cu alta, precizează competitivitatea acesteia la export sau folosirea ei în șantiere cu condiții climatice diferite. Cunoscînd șantierele unde urmează să lucreze instalațiile respective (drumuri, energie, defrișări, distanțe între locații etc.), se alege tipul de instalație cel mai eficace.

Capitolul III, intitulat „Eficacitatea economică a exploatării raționale a instalațiilor de foraj-extracție și metodele practice de organizare în acest sens", încheie lucrarea. Autorul face aprecieri asupra economiei de investiții și asupra cheltuielilor de exploatare prin reducerea numărului de instalații necesare, linie pe care merge industria de petrol din țara noastră.

Lucrarea analizează nivelul de creștere a rentabilității întreprinderilor prin exploatarea rațională a instalațiilor de foraj-extracție.

De asemenea, autorul prezintă căile de perpetuare lărgită a procesului de optimizare a regimului de funcționare, de raționalizare a exploatării, precum și durata optimă de utilizare a instalațiilor de foraj-extracție.

Lucrarea se adresează inginerilor, maiștrilor și economiștilor din industria petrolului, care se ocupă cu activitatea de foraj a sondelor și cu extracția țițeiului și a gazelor, precum și proiectanților și constructorilor unor asemenea instalații și lucrătorilor din cadrul organizațiilor comerciale.

Această carte completează în mod reușit literatura de specialitate din România, prezentînd cititorilor o lucrare bine documentată, explicit prezentată, folosind cele mai noi noțiuni și cunoștințe din acest domeniu.

I. GHERMAN: **Prospecțiunea Geologică**. Ed tehnică, 1969, 404 p.

Lucrarea „Prospecțiunea geologică" a fost elaborată de unul dintre cei mai buni specialiști de la noi din țară, în

acest domeniu, dar, care datorită dispariţiei sale tragice, nu a reuşit să o vadă tipărită. Lucrarea a fost definitivată de colegii autorului, S. Anton şi M. Ţonescu.

Cartea respectivă este destinată geologilor, geofizicienilor, petroliştilor şi tuturor specialiştilor în probleme de prospectare a zăcămintelor în domeniul sedimentar (combustibili minerali, sare, roci) şi în formaţiunile metamorfice şi magmatice.

Autorul cărţii a reuşit să prezinte unele procedee moderne aplicate în prospecţiunea geologică.

Scopul lucrării este acela de a stabili o legătură între teorie şi practică. Lucrarea este alcătuită din cinci capitole în care sînt prezentate îndrumări pentru proiectarea prospecţiunilor şi pentru executarea lucrărilor de teren şi a celor de birou.

În primul capitol sînt prezentate principalele date ştiinţifice necesare la elaborarea planului de prospectare pentru exploatarea unor minerale utile dintr-o anumită regiune. Acest capitol se referă la pregătirea planului pentru lucrările de teren.

Capitolul al II-lea cuprinde pregătirea lucrărilor de teren prezentînd datele necesare întocmirii proiectului tehnico-geologic de cartare, şi a proiectului de foraj, precum şi unele probleme de ordin organizatoric.

În capitolul al III-lea, referitor la ,,Prospecţiunea în deschideri naturale", autorul a căutat să prezinte, pe baza datelor de teren, concluziile la care se poate ajunge pentru aplicarea diverselor metode de recunoaştere a regiunii.

În acest capitol sînt prezentate unele date referitoare la metodele de recunoaştere a regiunii, referitoare la adunarea observaţiilor de teren, la programul zilnic etc. Tot în acest capitol sînt descrise rocile şi metodele necesare determinării fosilelor şi a mineralelor în teren, precum şi unele observaţii tectonice, stratigrafice şi sedimentologice. Capitolul se încheie cu prezentarea unor probleme de ordin economic.

În penultimul capitol, IV, autorul se referă la ,,Prospecţiunea în deschideri artificiale", adică la modul de amplasare a şanţurilor, a puţurilor galeriilor şi a forajelor ce se execută în scopul prospectării unor zăcăminte. În acest capitol sînt descrise metodele de observare şi de interpretare a datelor obţinute pe baza executării unor astfel de lucrări. În încheierea capitolului se prezintă metodologia de corelare a datelor de suprafaţă cu cele provenite din deschideri artificiale.

Ultimul capitol, V, se referă la lucrările de birou, respectiv la întocmirea raportului graficelor şi la prelucrarea datelor culese de pe teren, dînd unele indicaţii referitoare la întocmirea hărţilor cu izobate, a hărţilor cu faciesuri, cu izohipse etc.

Autorul cărţii a reuşit să prezinte într-o formă concisă vastul material ştiinţific existent în acest domeniu, ilustrat cu exemplificări şi cu fotografii (180 de figuri) deosebit de grăitoare.

Pe baza datelor cunoscute se propune o serie de soluţii şi de ipoteze noi, care să fundamenteze direcţiile de cercetare sub aspect teoretic şi practic.

Analizînd diferitele capitole putem spune că lucrarea ,,Prospecţiunea geologică" este o carte completă, de mare utilitate pentru toţi cercetătorii şi specialiştii ce lucrează în domeniul respectiv.

Fachkunde für Gasmonteure, (Manual pentru montatorii de gaze), VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1969, p. 218.

Dezvoltarea mecanizării în toate ramurile de activitate ale societăţii moderne, permanenta introducere în industrie de noi procedee şi tehnologii de producţie, precum şi creşterea permanentă a populaţiei şi a nivelului de trai au ca urmare o necontenită creştere a necesarului de energie la nivel mondial. Exploatarea zăcămintelor de cărbune, de ţiţei, de gaze şi a căderilor de apă este tot mai intensă, iar lucrările de explorare pentru descoperirea de noi zăcăminte formează o preocupare majoră a tuturor ţărilor de pe glob.

Pentru Republica Democrată Germană, industria de gaze a înregistrat o dezvoltare remarcabilă în ultimii 15 ani, fiind una dintre ramurile industriale moderne dotată cu cea mai nouă tehnică. Din totalul cererilor de energie pentru necesităţile industriale şi casnice, gazele acoperă un volum tot mai însemnat, prezentînd avantajele unei valori energetice ridicate, ale costurilor scăzute pentru transportul de la producător la consumator, ale manipulării uşoare şi ale celor mai mici pierderi de energie. De aceea pregătirea şi folosirea de cadre medii cu o calificare corespunzătoare este o problemă actuală de mare importanţă.

Prezentul manual vine să completeze lipsurile ce se resimt încă în literatura de specialitate pentru nivelul mediu. Materialul este tratat în deplină concordanţă cu programa şcolară de pregătire a mecanicilor de gaze, servind totodată personalului respectiv de exploatare ce activează în reţelele conductelor de gaze la deservirea, supravegherea şi întreţinerea instalaţiilor de transport, de distribuţie, de stocare, de utilizare etc.

Într-o formă plăcută şi uşor accesibilă, se prezintă partea teoretică a întregului domeniu, înlesnindu-se prin numeroase exemple rezolvate şi prin tabele numerice, scheme, imagini etc. aplicarea practică pe teren, a celor învăţate.

Manualul cuprinde şase capitole, dintre care capitolul 3 tratează tehnologia şi tehnica transportului şi a distribuţiei gazelor, iar capitolul 5 — tehnologia şi tehnica utilizării gazelor. Aceste două capitole dezvoltă problemele de pură specialitate pentru cele două activităţi majore. În restul lucrării se dezvoltă părţile teoretice şi de interes comun ambelor specialităţi.

Cap. 1. **Dezvoltarea, stadiul şi perspectivele exploatării gazelor**

Se face o scurtă retrospectivă a dezvoltării industriei de gaze, al cărei început se pare cunoscut încă din secolul al XVIII-lea. În 1802 fabrica de maşini Bulton & Watt (Anglia) introduce prima dată iluminatul cu gaze. În Europa (pe continent) cea dintîi uzină de gaze de iluminat s-a construit în anul 1816 la Freiberg/Sa., urmată în 1828 de uzina de gaze de la Dresda.

La început, gazele se produceau pe cale de laborator. Mai tîrziu s-au construit uzine locale, cu reţele de alimentare din tuburi de fontă sau din oţel. Cu timpul, consumatorii de gaze au sporit. După 1905 au apărut noi furnizori de gaze (cocseriile şi uzinele chimice), dezvoltînd reţele magistrale de transport, care au cunoscut treptat, după primul război mondial, o amplă dezvoltare prin începerea furnizării şi de gaze naturale.

În Republica Democrată Germană există astăzi o largă reţea de conducte magistrale de transport a gazelor la mare distanţă, precum şi cîteva puncte amenajate pentru stocarea subterană a gazelor.

Cap. 2. **Consideraţii generale**

Ca purtători de energie, gazele sînt împărţite după originea lor, după modul de fabricaţie, după compoziţia chimică şi după puterea calorică.

Se descriu aparatura de analiză a compoziţiei gazelor (aparatul Orsat, aparatele de cromatografie etc.) şi cea pentru determinarea puterii calorice.

Noţiunile principale de termodinamica gazelor sînt succint prezentate, atrăgîndu-se atenţia asupra *ecuaţiei de stare* şi a transformării gazelor din starea de exploatare în starea normală (0°C temperatură şi 760 Torr presiune). Se descrie aparatura de măsurare a presiunii (presiune absolută, suprapresiune, subpresiune).

Pentru lămurirea noţiunilor şi a formulelor, se dau o serie de exemple practice rezolvate, schiţe şi tabele.

Cap. 3 **Tehnologia şi tehnica transportului şi a distribuţiei gazelor**

O reţea de conducte magistrale de circa 4 500 km lungime alimentează toate regiunile ţării. Acestea funcţionează la o presiune de regim de 25 kgf/cm², respectiv la 64 kgf/cm². Prin mijlocirea regulatoarelor de gaze, conductele regionale alimentate din reţeaua magistrală sînt exploatate, în general, la o presiune de regim de 10 kgf/cm².

Pentru compensarea vîrfurilor de consum, gazele se stochează în rezervoare metalice, montate pe sol sau îngropate la nivelul solului, precum şi în depozite subterane, folosind strate acvifere, domuri de sare etc.

Ţinînd seama de toţi consumatorii de gaze, se dau ecuaţiile pentru calculul diametrelor şi a grosimilor de perete a conductelor de transport şi de distribuţie, precum şi pentru calculul pierderilor de presiune, cu exemple rezol-

vate. Reţelele de distribuţie a gazelor se împart în reţele de joasă, medie şi înaltă presiune, corespunzător respectiv la 0...500 mm H_2O, 501...10 000 mm H_2O şi la 10 000 mm H_2O.

Se descriu în detaliu elementele de construcţie ale conductelor (ţevi de conductă din oţel cu diametre de la 50 pînă la peste 500 mm, ţevi de conductă din fontă şi din PVC, tipuri diferite de legătură a ţevilor, fitinguri şi armături de tot felul, vase de condensare şi piese de expansiune, regulatoare de gaze, contoare de gaze etc.).

O deosebită atenţie se acordă izolaţiei conductelor, modului de montaj şi de traversări de ape şi de căi de comunicaţii şi protecţiei catodice pentru combaterea coroziunilor.

Cap. 4. **Tehnologia şi tehnica instalaţiilor de gaze**

Problemele din acest capitol privesc conductele, fitingurile, armăturile de tot felul şi piesele de consolidare necesare la montaj, începînd de la ventilul de intrare într-o clădire şi pînă la evacuarea gazelor arse la coşuri.

Principial, orice instalaţie de gaze se execută numai de către instalatorii autorizaţi. Se dau o serie de scheme de montaj în încăperi de uzine şi în locuinţe, împreună cu exemple de calcul rezolvate pentru reţeaua respectivă.

Se acordă o atenţie deosebită probelor la care sînt supuse conductele de distribuţie înainte de darea lor în funcţiune. Controlul montajului şi verificarea contoarelor de gaze sînt obligatorii.

Modul de folosire a gazelor lichefiate, livrate în butelii (butan şi propan) pentru uz casnic, este succint descris.

În sfîrşit, acest capitol insistă şi asupra importanţei evacuării gazelor arse şi a măsurilor ce trebuie luate în ateliere şi în locuinţe.

Cap. 5. **Tehnologia şi tehnica utilizării gazelor**

La orice loc de utilizare gazele oferă avantajele reglării progresive şi ale manipulării uşoare, promptitudine în folosinţă şi posibilitatea de a influenţa atmosfera cuptoarelor de ardere. Folosirea economică a gazelor implică realizarea la maximum a energiei gazelor şi trebuie respectată atît în instalaţiile mari, cît şi în locurile cu consum redus. De aceea, în toate cazurile, se calculează randamentul termic al proceselor care utilizează gazele. Se dau exemple de calcul rezolvate şi se insistă asupra bilanţului termic al proceselor tehnice ce folosesc gazele.

Importanţa puterii calorice a gazelor este succint explicată şi completată cu exemple rezolvate.

Se prezintă şi se explică arzătoarele de gaze, arătîndu-se diferitele tipuri constructive, precum şi diferitele sobe de gaze pentru uz casnic. De asemenea, sînt prezentate şi descrise cuptoarele industriale de gaze, calculul acestora şi cel al consumului de gaze.

Cap. 6. **Tehnica securităţii şi protecţia muncii**

Problemele de tehnică a securităţii şi cele ale protecţiei muncii cuprind măsurile menite să evite: presiunile nepermis de ridicate a gazelor, amestecuri explozive de gaze, pagube în cazul întreruperii alimentării de gaze şi de aer, distrugeri mari în cazul exploziilor.

Se descriu diferitele dispozitive de siguranţă pentru aprinderea gazelor şi măsurile ce se iau pentru reanimarea persoanelor intoxicate cu gaze.

Revista PETROL ŞI GAZE, organ al Ministerului Petrolului şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacţia: Bucureşti, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sectorul I, telefon 14.72.10/130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere, telefon 14.72.10/184 Bd. Nicolae Bălcescu, nr.16. cont 640 301.14, Banca Naţională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorul I, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8.
Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. nr. 10/50/1968.

Lei 8

I. P. I. – c. 5210

14330

Faites la publicité de vos produits dans la prese roumaine de spécialité

par

PUBLICOM

AGENCE
ROUMAINE
DE PUBLICITÉ

22, Bd. N. Bălcesco
Bucarest — Roumanie
Téléphone : 15.24.29 — 15.12.99
Adr. Télégr. : PUBLICOM
Bucarest

RÉCLAME

- *Moderne*
- *Frappante*
- *Efficiente*

adressée au marché roumain en pleine évolution

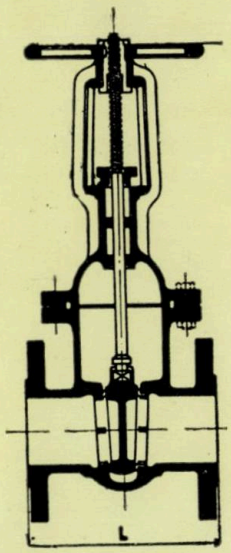
DE CE RAIMONDI?

Pentru că

prin experienţa noastră de peste 40 de ani, ne-am specializat în domeniul construcţiei de supape

Pentru că

datorită nivelului calitativ superior este greu să se găsească supape mai bune pe piaţă



Pentru că

avem o gamă largă de produse care cuprind vane de pînă la 60 ţoli conform normelor ASA, API, UNI şi DIN, precum şi supape fluture de pînă la 3 m.
(Cereţi cataloagele noastre complete aduse la zi)

Pentru că

prin organizarea noastră eficientă putem examina şi rezolva cu uşurinţă toate problemele Dvs.

Pentru că

prin termenele noastre de livrare foarte scurte vă putem garanta că toate supapele de uz curent se află pregătite în depozit

Pentru că

prin preţurile noastre vă putem prezenta oferte capabile să facă faţă oricărei concurenţe

Vizitaţi-ne!
Veţi găsi 700 de persoane la dispoziţia Dvs.

OFFICINE FONDERIE
CARLO RAIMONDI 8 C. ş.a
20145 Milano — Via Prati, 9 (Italia)

PUBLICOM

petrom

EXECUTĂ PENTRU STRĂINĂTATE
următoarele lucrări în domeniul petrolului:

ÎN SECTORUL EXTRACTIV

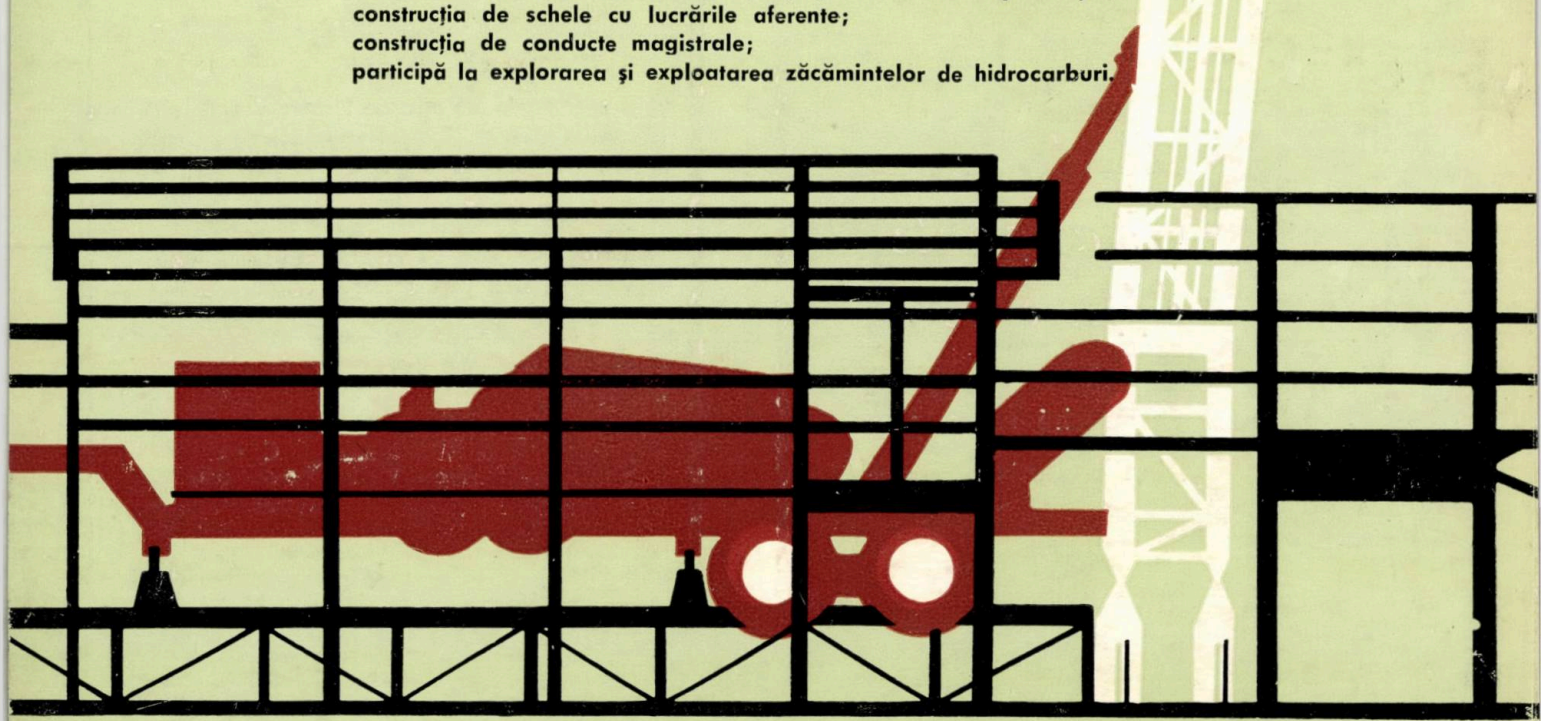
analize (petrofizice, petrografice — mineralogice, geochimice şi paleontologice) pe eşantioane recoltate din aflorimente sau sonde;
studii geologice regionale de sinteză, pe baza datelor din analizele făcute pe eşantioane, întocmind hărţi geologice, litofaciale, tectonice, structurale, geofizice de sinteză, hidrogeologice şi de perspectivă pentru hidrocarburi;
proiecte de lucrări de prospecţiuni şi explorare;
expertize geologice;
studii şi proiecte de exploatare cu şi fără menţinerea presiunii pentru zăcăminte de petrol;
studii şi proiecte privind activizarea şi repunerea în exploatare a unor zăcăminte vechi;
studii şi proiecte privind exploatarea zăcămintelor de ţiţeiuri grele şi viscoase prin folosirea metodelor tehnice moderne.

DOCUMENTAŢII ŞI PROIECTE PENTRU:

forajul sondelor şi punerea lor în producţie;
construirea de parcuri de colectare şi separare ţiţei;
instalaţii de curăţirea ţiţeiului;
instalaţii de degazolinare (prin termoadsorbţie şi absorbţie);
instalaţii de deshidratare şi comprimare gaze;
ateliere de întreţinere — reparaţii în şantierele petroliere, inclusiv baze tubulare;
drumuri petroliere;
construirea de canducte în schele şi magistrale.

EXECUTARE DE LUCRĂRI

prospecţiuni geologice prin cartare şi foraj structural;
prospecţiuni gravimetrice terestre;
prospecţiuni electrometrice, prin metoda curenţilor telurici şi a emiţătorilor încrucişaţi;
prospecţiuni seismice prin metodele de refracţie şi reflecţie;
înregistrări pentru studiul vitezelor în subsol (microseismocarotaje, seismocarotaje, lucrări Z V M);
forajul sondelor de toate categoriile şi punerea lor în producţie;
construcţia de schele cu lucrările aferente;
construcţia de conducte magistrale;
participă la explorarea şi exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi.

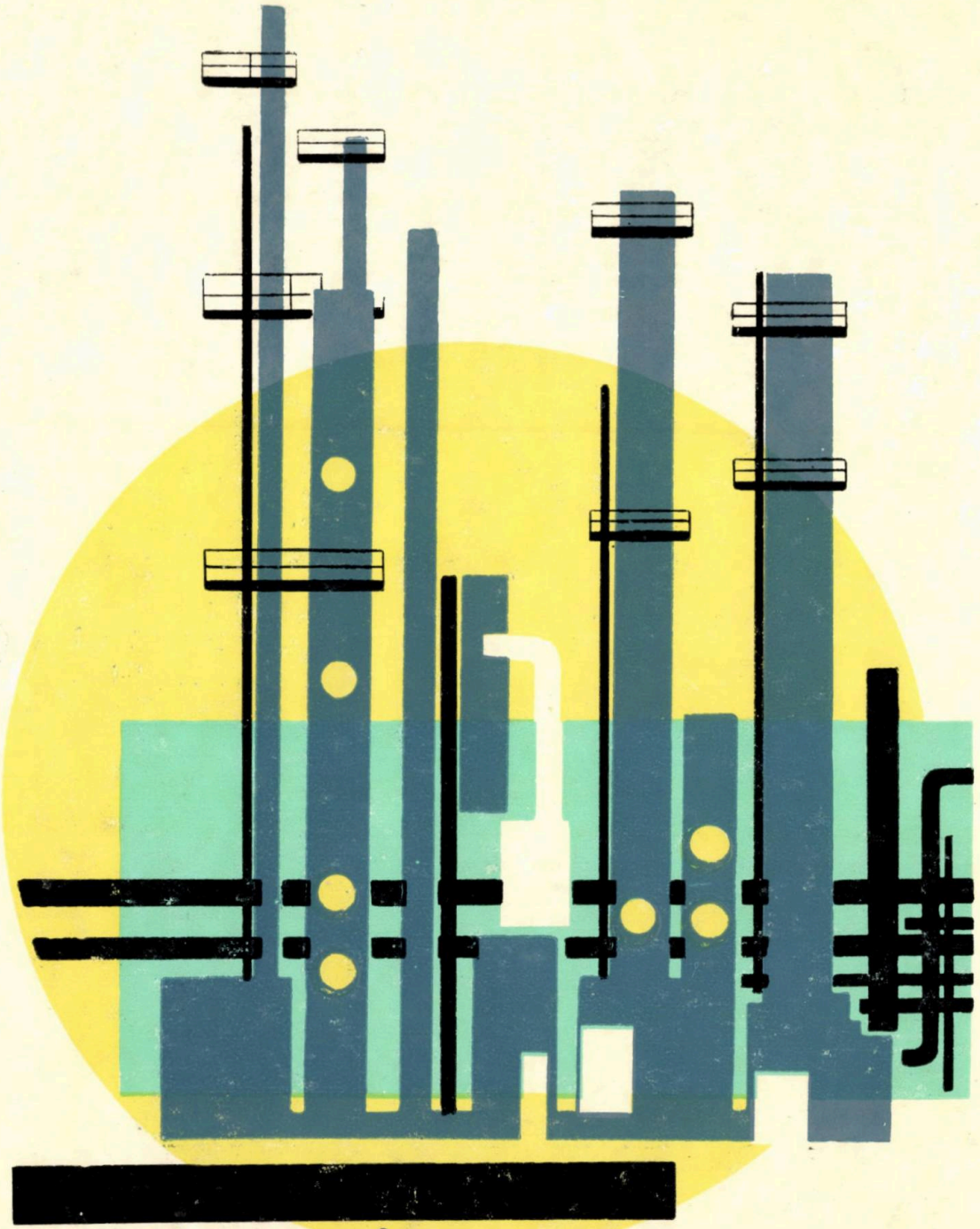


1970 IUN 1

E 1445

PETROL ŞI GAZE

IUNIE 1970
Vol. 21 p. 321—384
BUCUREŞTI
ROMÂNIA
6



rafinaria PLOIEȘTI

Rafinăria Ploiești fabrică ulei de transformator Tr. 30 corespunzător celor mai exigente condiții calitative impuse de piața străină: V.D.E., British Standard.

Datorită faptului că se obține din țițeiuri selecționate, prin procese de rafinare adîncă, uleiul posedă calități superioare în ceea ce privește stabilitatea termică și constantele dielectrice, asigurînd o funcționare îndelungată a transformatorului în condiții de climat foarte variat.

S-au introdus în fabricație două sortimente de uleiuri albe tehnice de calitate superioară similare celor mai bune produse din străinătate.

Datorită calităților sale, uleiul alb ușor CRISTAL este folosit cu succes la fabricarea polietilenei, avînd rolul de eluent al inițiatorilor de polimerizare ai etilenei.

E 1445

VOL. XXI. Nr. 6
iunie 1970

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacţia: Bd. N. Bălcescu, 16 • Telefon 16.78.78 • BUCUREŞTI • ROMÂNIA

CUPRINS

E. Vasilescu şi F. Negoiţă: **Stadiul actual de cunoaştere a neogenului din zona nordică a Platformei Moesice** 327—330

A. Rudencu: **Limitarea folosirii fluidelor de foraj saturate în sare.** 331—337

I. Ana: **Metodă şi aparat pentru determinarea timpului de început de priză la pastele de ciment.** 338—340

C. Moroşanu: **Acidizarea sondelor folosind soluţii acide de concentraţie mare şi soluţii de acizi combinaţi** 341—348

M. Ilisei, T. Săndulescu şi I. Petre: **Unele consideraţii asupra alterării uleiurilor de motoare** 349—354

C. Savu, M. Wagner, V. Dodon şi D. Iorga: **Studiul reologic al bitumurilor româneşti.** 355—361

I. Avramescu: **Metodologie de calcul al eficienţei tehnico-economice la instalaţii complexe** 362—365

Gr. Andreescu şi Caşin Popescu: **Aplicaţii actuale ale răşinilor sintetice consolidate în construcţia de maşini. Orientări noi în calculul rezervoarelor heterotrope. II.** 366—370

CRONICĂ

C. Boncu; **Primul regulament privitor la extracţia ţiţeiului în România. Un document inedit.** 371—373

NOTE TEHNICE 374—375

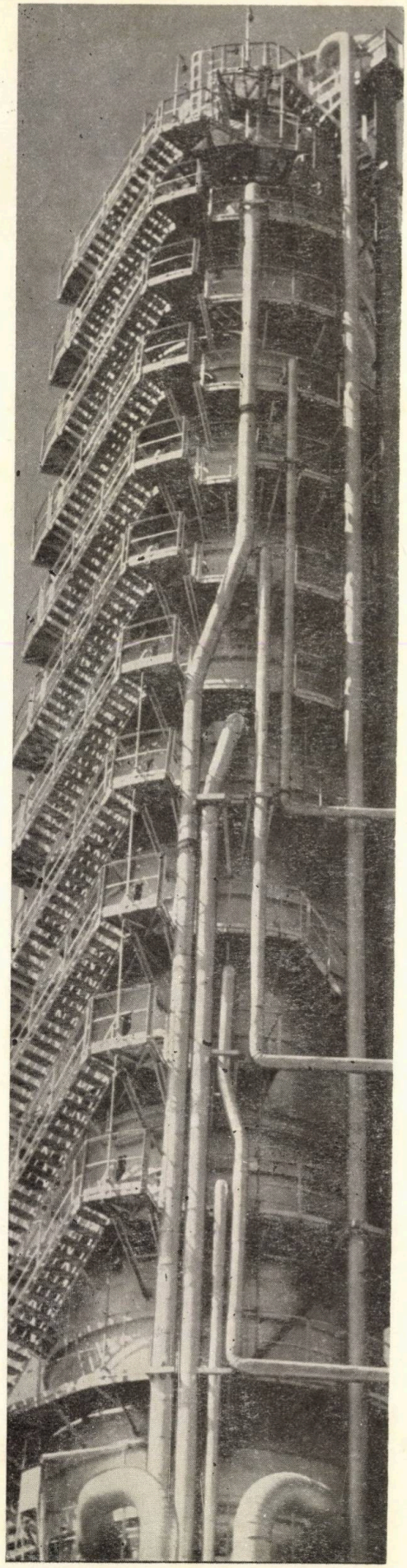
DOCUMENTARE 376—379

SCURTE ŞTIRI 379—383

RECENZII 384

Fotografia de pe coperta I reprezintă:
Vedere parţială — Rafinăria Ploieşti

COMITETUL DE REDACŢIE
Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. Gh. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, econ. E. MAREŞ, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. Gh. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUŞCOIU, ing. N. ROŞCA, ing. N. STOIANOV, ing A. ZBEREA, ing. Gh. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ
Redactor
ing. **Aurelia Buricatu**



Industria producătoare de țiței din România, prin procedee moderne de automatizare catalitică și de extracție selectivă, obține *toluen, xilen, ortoxilen și benzen* cu înalt grad de puritate, materie primă de cea mai bună calitate pentru industria chimică.

PECO comercializează pe piața internă, iar I.S.C.E PETROLEXPORT pe piețele externe, produsele aromatice prin via tera și via mare, în vrac și ambalate în butoaie metalice de 220 l.

PETROLEXPORT

BIBLIOTECA CENTRALĂ

CONTENTS

E. Vasilescu, F. Negoiţă: **The present knowledge stage of the Neogene from the Northern zone of the Moesic Platform** 327—330

A. Rudencu: **The limited utilization of salt-saturated drilling fluids** 331—337

I. Ana: **Method and apparatus for determining the setting beginning time in cement pastes** 338—340

C. Moroşanu: **The well acidizing by means of high-concentration acid solutions and combined acid solutions** 341—348

M. Ilisei, T. Săndulescu, I. Petre: **Some considerations regarding the alteration of motor oils** 349—354

C. Savu, M. Wagner, V. Dodon, D. Iorgu: **The rheological study of Romanian bitumes** 355—361

I. Avramescu: **The reduction of steam consumption and oil product losses by using direct temperature regulators in heated oil tanks** 362—365

Gr. Andreescu, Caşin Popescu: **The present-day applications of the consolidated synthetic resins in mechanical engineering. II.** 366—370

E. Vasilescu, F. Negoiţă: **The present knowledge stage of the Neogene from the Northern zone of the Moesic Platform**

The geological investigation works by drillings carried out in recent years in the Northern zone of the Moesic Platform supplied an ample study material concerning the Neogene deposits

The paper presents a synthesis of the geological data obtained so far and the conclusions resulting as concerns the development of the different floors that represent the Neogenous cover in this part of the Platform.

The thick Neogenous deposits that develop in the Northern area of the Moesic Platform belong to the Upper Miocene and the Pliocene and were formed as a result of strong sinking movements towards the North and North-East. Against the background of these movements, some oscillations were felt that influenced the distribution, thickness and facies of Neogenous terms. Their development has been mostly disclosed on the basis of microfaunistic correlations which have shown the existence of 13 microfaunistic zones (3 in the Tortonian, 4 the Sarmatian and 6 in the Pliocene) whose occurrence is connected with the changes produced in the evolution of the sedimentation basin.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 327

D.C.551.782.2

A. Rudencu: **The limited utilization of salt-saturated drilling fluids**

After discussing the problem of the crossing of instable argillaceous layers by means of strongly lubricating fluids, the author describes the characteristics and performances of saltsaturated drilling fluids traversing salt massives.

Some theoretical considerations are made concerning the content of clays in sodium montmorillonite which is the most reactive among all clay components and strongly hydrate during the. mud drilling based on water (NBA)

It is pointed out that at depths bigger than 2,000 m. the montmorillonite undergoes a transformation process into illite, a mineral less reactive to water. Hence the conclusion that at these depths it is possible to work also with a water-based fluid (NBA).

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 331

D.C. 622.243.14

I. Ana: **Method and apparatus for determining the setting beginning time in cement pastes**

The paper describes a new method of determining the setting beginning time in cement pastes.

The new method eliminates the disadvantages met with in the known methods (1, 2) since it uses as an element marking the setting beginning time the point which corresponds to the brisk inclination variation of the electric resistivity curve of the respective sample as a function of time.

The electric resistivity is calculated on the basis of the electric resistance measured by means of a connection representing in principle a modified Wheatstone bridge.

In view of its accuracy, high sensitivity and reproductibility, the new method can successfully replace the known methods.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 338

D.C. 622.245.42.

C. Moroşanu: **The well acidizing by means of high-concentration acid solutions and combined acid solutions.**

Some up-to-date well acidizing methods with concentrated acid solutions as well as with mixtures of different acid solutions are described.

The results obtained by applying this method in some oilfields both in Romania and abroad are also given.

The paper contains diagrams and tables for the direct determination of the parameters required for applying the well treatment process.

Several recommendations are made in order to choose the most effective solutions as a function of the mineralogical composition of the productive layer.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 341

D.C. 622.245.514

СОДЕРЖАНИЕ

Е. Василеску, Ф. Негоицэ: **Актуальная стадия распознавания неогена из северной зоны Мизиской платформы** 327—330

А. Руденку: **Органичение использования бурового раствора насыщенного солью** 331—337

И. Ана: **Метод и аппарат по определению времени начала схватывания у цементных масс** 338—340

К. Морошану: **Обработка скважин кислотой при помощи кислотных растворов с большой концентрацией и растворами комбинированных кислот** 341—348

М. Илисей., Т. Сэндулеску, И. Петре: **Ряд соображении относительно порчи моторных масел** 349—354

К. Саву М. Вагнер, В. Додон, Д. Иорга: **Реологическое изучение румынених битумов** 355—361

И. Аврамеску: **Понижение расхода пара и потерь нефтяных продуктов путём использования регуляторов температуры прямого действия в подогретых резервуарах нефти** 362—365

Гр. Андрееску, Кашин Попеску: **Актуальные применения синтетических твердых смол в машиностроении.** 366—370

Е. Василеску, Ф. Негоицэ: **Актуальная стадия распознования неогена из северной зоны Мизиской платформы**

Работы по геологической разведке при помощи бурения, произведенные за последние годы в северной зоне Мизиской платформы дали обширный материал по изучению неогенных отложении. Настоящая работа приводит синтез геологических данных полученных до настоящего времени и заключения которые можно вывести в отношении развития различных ярусов которые составляют неогенный пласт в этой части платформы. Толстые неогенные отложения которые развиваются в северной зоне Мизиской платформы относятся к высшему миоцену и плиоцену и образовались в результате ряда сильных движении по оседанию с севера и севера востока. На фоне этих движении произошли колебания которые повлияли на распро-ст ранение, толщину и на фации неогенных отношении. Их развитие было расшифровано в большой мере, на основе корреляции с микрофауной, с выявлением существования 13 микрофаунистических зон (3 в тортоне, 4 в сармате, 6 в плиоцене) появление которых связано с изменениями произошедшими при эволюции осаждающегося бассейна.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6. p. 327

Д. К. 551. 782. 2.

А. Руденку: **Ограничение применения бурового раствора насыщенного солью**

Обсуждается вопрос прохождения глинистых неустоичивых слоев при помощи некоторых сильно смазочных флюидов. Приводятся также характеристики и работа буровых растворов насыщенных солью которые применяются для перехода соляных массивов. Приводят ряд теоретических соображении относительно содержания глины в монтморилонитах натрия, самый реактивный минерал их всех компонентов глины и который сильно гидрирует с буровым раствором на водной основе во время бурения. Автор указывает в работе что на глубине более 2000 м монтморилонит подвергается процессу превращения в иллит, менее реактивный минерал по отношению к воде автор думает что при этих глубинах можно работать буровым раствором на основе воды

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 331

Д. К. 622.243.14

И. Ана: **Метод и аппарат по определению времени начала схватывания у цементных масс**

В работе приводится новый метод по определению времени начала схватывания у цементных масс. Новый метод исключает недостатки встречаемые у известных методов [1], [2], тем что использует в качестве элемента который обозначает время начала схватывания, точку которая соответствует резкому изменению наклона кривой удельного электрического сопротивления соответствующей пробы в зависимости от времени. Удельное электрическое сопротивление вычисляется на основании электрического сопротивления измеряемого при помощи и монтажа который представляет собой в принципе измененную мостовую схему Витстона. Точностью, большой чувствительностью и воспроизводительностью, новый метод может успешно заменить известные уже методы.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 338

Д. К. 622.245.42

К. Морошану: **Обработка скважин кислотой при помощи кислотных растворов с большой концентрацией и растворами комбинированных кислот**

В работе приводят ряд современных методов по обработке кислотой скважин кислотными концентрированными растворами, а также и смесью из различных кислотных растворов. Автор дает также и ряд результатов полученных при применении этих методов на некоторых нефтяных приисках в Румынии и за рубежем. В статье даются диаграммы и таблицы по непосредственному определению параметров необходимых для применения процесса обработки скважин. Даются рекомендации что-бы в зависимости от минералогического состава продуктивного пласта выбрать наиболее эффективные решения.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 341

Д. К. 622. 246.514.

INHALT

E. Vasilescu, F. Negoiţă: **Gegenwärtiger Stand der Erkenntnisse in bezug auf das Neogen in der nördlichen Zone der Moesischen Plattform** 327—330

A. Rudencu: **Begrenzung der Verwendung salzgesättigter Bohrflüssigkeiten** 331—337

I. Ana: **Methoden und Apparate zut Bestimmung des Beginns der Abbindozeit Zementpasten** 338—340

C. Moroşanu: **Säuerung der Sonden durch saure Lösungen hoher Konzentration und durch Lösungen kombinierter Säuren** 341—348

M. Ilisei, T. Săndulescu, I. Petre: **Einige Erwägungen in bezug auf die Alterung der Motorenöle** 349—354

C. Savu, M. Wagner, V. Dodon, D. Iorga: **Rheologische Untersuchung der rumanischen Bitumdn** 355—361

I. Avramescu, : **Berechnungsmethodologie der technischen und wirtschaftlichen Effizienz bei komplexen Anlagen.** 362—365

Gr. Andreescu, Caşin Popescu: **Gegenwärtige Anwendung der verfestigten Kunstharze im Maschinenbau. II** 366—370

E. Vasilescu, F. Negoiţă: **Gegenwärtiger Stand der Erkenntnisse in bezug auf das Neogen in der nördlichen Zone der Moesischen Plattform**

Die geologischen Forschungsarbeiten, die in den letzten Jahren mit Hilfe von Bohrungen in der nördlichen Zone der Moesischen Plattform vorgenommen wurden, haben ein umfassendes Studienmaterial über die Neogenlage stätten zutage gefördert.

In der vorliegenden Arbeit wurden die bisher erzielten geologischen Daten synthetisiert und Schlussfolgerungen in bezug auf die Entwicklung der verschiedenen Schichten der Neogenlagerstätte in diesem Teil der Plattform gezoger.

Die dicken Neogenlagerstätten in der nördlichen Zone der Moesischen Plattform gehören dem Oberen Miozän und Pliozän an und wurden durch starke Senkbewegungen von Norden nach Nordosten gebildet. Diese Bewegungen verursachten Schwingungen, die Verteilung, die Dicke und den Fazies der Neogenformationen beeinflussten. Ihre Entwicklung wurde weitgehend durch eine Korrelation der Mikrofauna ermittelt, wobei das Vorhandensein von 13 Mikrofaunazonen (3 im Torton, 4 im Sarmat und 6 im Pliozän) festgestellt wurden, deren Erscheinen mit den Veränderungen in der Entwicklung des neogenen Sedimentationsbeckens in Verbindung steht.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 327

D.K. 551.782.2.

A. Rudencu: **Begrenzung der Verwendung salzgesättigter Bohrflüssigkeiten**

Der Verfasser behandelt das Problem der Durchquerung unbeständiger tonhaltiger Schichten mit Hilfe von Bohrflüssigkeiten mit starker Schmierfähigkeit. Es werden ferner die Eigenschaften und Leistungen der salzgesättigten Bohrflüssigkeiten dargelegt, die für das Durchqueren der Salzlagerstätten verwendet werden.

Der Aufsatz enthält einige theoretische Erwägungen in bezug auf den Gehalt an Natrium-Montmorillonithen im Ton, dem reaktivsten Mineral aller Tonkomponenten, das während der Bohrung mit Wasserspülung stark hydratiert.

Bei einer Tiefe von mehr als 2 000 m Verwandelt sich das Montmorillonith in Illith, ein Mineral, das gegenüber Wasser weniger reaktiv ist. Bei dieser Tiefe kann demnach wie der Verfasser meint auch mit Wasserspülung gearbeitet werden.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970. nr. 6, p. 331

D.K. 622. 243. 14

I. Ana : **Methoddn und Apparate zur Bestimmung des Beginns der Abbindezeit der Zementpasten**

Der Verfasser legt ein neues Verfahren zur Bestimmung des Beginns der Abbindezeit bei Zementpasten dar.

Das neue Verfahren beseitigt die Nachteile der bisher bekannten Methoden [1], [2] indem als Element zur Kennzeichnung des Beginns der Abbindezeit, der Punkt verwendet wird, der dem plötzlichen Abfall der Kurve des speziffschen elektrischen Widerstands des betreffenden Prüflings im Verhältnis zur Zeit entspricht.

Der spezifische elektrische Widerstand wird auf Grund des elektrischen Widerstands berechnet, der meineit r abgeänderten Wheatstone-Messbrücke gemessen wurde.

Das neue Verfahren kann, dank der hohen Empfindlichkeit und Reproduktibilität erfolgreich die herkömmlichen Verfahren ersetzen,

Petrol şi gaze, **21**, 1970, nr, 6, p. 338

D. K. 622. 245. 42

C. Moroşanu: **Säeurung der Sonden durch saure Lösungen hoher Konzentration und durch Lösungen kombinierter Säuren**

Der Verfasser beschreibt einige moderne Verfahren zur Sondensäuerung mit konzentrierten Säurelösungen und Gemischen verschiedener saueren Lösungen.

Gleichzeitig werden einige Ergebnisse dargelegt, die durch die Anwendung dieser Verfahren in einigen Erdölfeldern Rumäniens und des Auslandes erzielt wurden. Mit Hilfe der beiliegenden Diagramme und Tabellen können die notwendigen Parameter für die Anwendung des Behandlungsprozesses der Sonden direkt ermittelt werden.

Der Verfasser gibt einige Empfehlungen zur entsprechenden Auswahl der wirksamsten Lösungen im Verhältnis zur mineralogischen Zusammensetzung der fündigen Schicht.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 341

D.K. 622.245.514

SOMMAIRE

E. Vasilescu, F. Negoiţă: **Le stade actuel de connaissance du Néogène de la Zone nordique de la Plateforme Mésique** 327—330

A. Rudencu: **Limitation de l'utilisation des fluides de forage satures en sel** 331—337

I. Ana: **Méthode et appareil pour déterminer le temps du début de prise des pâtes de ciment** 338—340

C. Moroşanu: **L'acidisation des sondes au moyen des solutions acides de haute concentration et des solutions d'acides combinés** 341—348

M. Ilisei, T. Săndulescu, I. Petre: **Certaines considérations sur l'altération des huiles de moteurs** 349—354

C. Savu, M. Wagner, V. Dodon, D. Iorga: **L'étude rhéologique des bitumes roumain** 355—361

I. Avramescu: **La réduction de la consommation de vapeur et des pertes de produits pétroliers par l'utilisation des régulateurs directs de température aux réservoirs de brut chauffés** 362—365

Gr. Andreescu, Caşin Popescu: **Applications actuelles des résines synthétiques consolidées dans la construction de machines. II.** 366—370

E. Vasilescu, F. Negoiţă: **Le stade actuel de connaisance du Néogène de la zone nordique de la Plateforme Mésique**

Les travaux de recherche géologique par forage exécutés au cours des dernières années dans la zone nordique de la Plate-forme Mésique ont fourni un vaste matériel d'étude sur les dépôts néogènes.

L'article présente la synthèse des données géologiques obtenues jusqu'à présent et les conclusions qui résultent en ce qui concerne le développement des différents étages qui constituent la couverture néogène dans cette partie de la Plateforme.

Les dépôts néogènes épais qui se développent sur la zone nordique de la Plate-forme Mésique appartiennent au Miocène supérieur et au Pliocène et se sont formés à la suite de forts mouvements d'affaissement vers le Nord et le Nord-Est. Sur le fond de ces mouvements se sont faites sentir des oscillations qui ont influencé la répartition, l'épaisseur et le facies des termes néogènes. Le développement de ceux-ci a été déchiffré en large mesure sur la base des corrélations de microfaune, l'existence étant mise en évidence de 13 zones microfaunistiques (3 dans le Tortonien, 4 dans le Sarmatien et 6 dans le Pliocène) dont l'apparition est liée aux changements intervenus dans l'évolution du bassin de sédimentation.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 327

C.D. 551.782.2.

A. Rudencu: **Limitation de l'utilisation des fluides de forage saturés en sel**

Après avoir discuté le problème la traversée des couches argileuses instables à l'aide de fluides fortement lébrifiants, l'auteur présente les caracturistiques et les performances des fluides de forage saturés en sel qui sont utilisés pour traverser les massifs de sel. Il fait quelques considérations théoriques sur la teneur des argiles en montmorillonites de sodium, le minéral le plus réactif parmi les composants des argiles et qui hydrate fortement pendant le forage à boue à base d'eau (NBA).

Il est precisé qu'à des profondeurs excédant 2 000 m, le montmorillonite subit un processus de transformation en illite, minéral moins réactif à l'égard de l'eau; on apprécié donc qu'à ces profondeurs on peut aussi travailler avec un fluide a base d'eau (NBA).

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 331

C.D. 622.243.14

I. Ana: **Méthode et appareil pour déterminer le temps du début fe prise des pâtes de ciment**

L'article présente une nouvelle méthode pour déterminer le temps du début de prise des pâtes de ciment.

La nouvelle méthode élimine les désavantages des méthodes connues (1, 2) par le fait qu'elle utilise comme élément qui marque le temps du début de prise, le point qui correspond à la brusque variation d'inclinaison de la courbe de la résistivité électrique de l'épreuve respective en fonction du temps.

La résistivité électrique est calculée sur la base de la résistance électrique mesurée a l'aide d'un montage qui constitue en principe un pont de Wheatstone modifié.

Par sa precision, sa haute sensibilité et sa reproductibilité, la nouvelle méthode peut remplacer avec succès les méthodes connues.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 6, p. 338

C.D. 623.245.42.

C. Morosanu: **L'acidisation des sondes au moyen des solutions acides de haute concentration et des solutions d'acides combinés**

On présente plusieurs méthodes modernes d'acidisation des sondes par des solutions acides concentrées, ainsi que par des mélanges de différentes solutions acides.

L'auteur donne aussi certains résultats obtenus à la suite de lapplication, de ces méthodes dans certains chantiers pétroliers en Roumanie aussi bien qu'à l'étranger.

L'article contient des diagrammes et des tableaux pour la détermination directe des paramètres nécessaires à l'application du processus de traitement des sondes.

On fait des recommandations pour que, en fonction de la composition minéralogique de la couche productive, l'on puisse choisir les solutions les plus efficaces.

Petrol şi Gaze, **21**. 1970, nr. 6, p. 341

C.D. 622.245.514

Stadiul actual de cunoaştere a neogenului din zona nordică a Platformei Moesice

Eliza Vasilescu şi
Florica Negoiţă

Zona nordică a Platformei Moesice este caracterizată de prezenţa unei stive groase de depozite neogene, care s-a format în urma extinderii către sud a domeniului de sedimentare al Depresiunii Precarpatice, peste platformă. Afundarea teritoriului de platformă a început în tortonianul superior şi a continuat cu unele oscilaţii în sarmaţian şi în pliocen.

Date sumare, de ansamblu, asupra dezvoltării neogenului au fost prezentate în unele lucrări de sinteză, privind Platforma Moesică [2, 7, 8]. Studii de detaliu s-au executat însă în cadrul Ministerului Petrolului [1,3,4,5,6]*,**.

Lucrarea de faţă se referă la zona nordică a Platformei Moesice, unde neogenul este cel mai bine reprezentat şi are cea mai amplă dezvoltare. Faţă de lucrările anterioare, s-a analizat un volum sporit de date geologice, studiul micropaleontologic furnizînd numeroase elemente de corelare.

Zona nordică a Platformei Moesice a înregistrat în neogen o puternică mişcare de subsidenţă, care a condus în final la formarea unei cuverturi de sedimente a cărei grosime creşte către nord de la circa 1 000 m la circa 6 000 m (fig. 1). Cuvertura neogenă acoperă un relief alcătuit din roci mezozoice (în cea mai mare parte cretacice) şi paleozoice (în extremitatea estică) şi cuprinde depozite corespunzătoare tortonianului superior, sarmaţianului şi pliocenului, acesta din urmă reprezentat prin toate cele patru etaje: meoţian, ponţian, dacian şi levantin (profilele I, II, III, IV).

Tortonianul superior (0—200 m), aflat în baza cuverturii neogene, are grosimi mici, comparativ cu etajele superioare, şi se găseşte dezvoltat numai în zonele mai coborîte ale platformei. Prezenţa sa a fost constatată, în partea centrală şi de est şi în extremitatea vestică a zonei considerate, dar chiar în cuprinsul acestora neregularităţile reliefului întrerup uneori aria sa de răspîndire. În partea central-vestică a zonei, tortonianul nu a fost identificat, lipsa lui datorîndu-se mai probabil unei faze de eroziune post-tortoniene, după cum sugerează prezenţa depozitelor tortoniene cu dezvoltări locale pe unele zone mai sudice (vest de Balş, sud de Craiova) şi acoperirea tortonianului de diferiţi termeni din sarmaţian, cel mai nou dintre aceştia fiind bessarabianul (orizontul cu *Cryptomactra pes-anseris*).

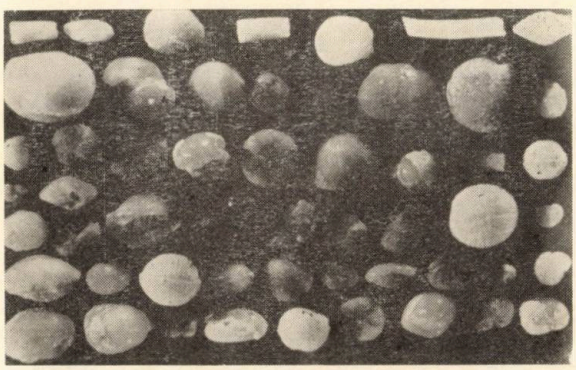


Fig. 4. Zona cu *Borelis melo*.

Litologic, tortonianul este reprezentat prin nisipuri, gresii, marne, marno-calcare cu intercalaţii de calcare sau de gresii, silexuri şi anhidrit. Vîrsta tortoniană sugerată iniţial de prezenţa anhidritului, care caracterizează tortonianul din Depresiunea Precarpatică, a fost confirmată de elementele de macrofaună întîlnite în partea centrală şi de nord-est a Platformei (*Lucina columbella* Lam.', *L. spinifera* Montg. *Chione basteroti* Desh, *Barbatia barbata* Lam,. *Turitella turris Eichw.*, *Venus multilamella Lam.*, *Ditrupa cornea* Lin., *Chione basteroti* Desh. *Schizaster cf. ventiensis* Lam *Corbulla gibba Ol.*, *Cardium multicostatum* Brocc.) [3, 4].

Urmărirea în extindere a tortonianului superior s-a realizat însă prin analiza conţinutului microfosil, grupat după aspectul asociaţiilor, în două zone microfaunistice echivalente ca vîrstă:

Zona cu *Borelis melo*, separată la nivelul calcarelor şi al marnelor cu *Lithothamnium*, întîlnite în forajele din partea centrală şi estică a regiunii studiate, este reprezentată printr-o asociaţie diagnostică formată din numeroase foraminifere şi ostracode, corelabile cu cele din asociaţia microfaunistică a calcarelor de Leitha. Dintre speciile cu importanţă deosebită se menţionează: *Triloculina gibba d'Orb.*, *Nodobaculariella sulcata* (Reuss), *N. kon-*

*Vasilescu, E., Barbu C., Herescu, A., Doicin, T. (1966). Studiul geologic complex al Platformei Moesice. Tema 200, Arhiva M. P. (I. C. P. G.) Bucureşti.

**Negoiţă, Fl. şi Stănescu, A. (1964). Studiul complex al neogenului din Platforma Moesică şi Platforma Moldovenească. Tema 160, Arhiva M. P. (I. C. P. G.) Bucureşti.

kensis Bogd., *Pyrgo inornata* (d' Orb.), *P. depressa* (d' Orb.), *P. bulloides* (d'Orb.), *Dendritina elegans* (d'Orb). *Borelis melo* (*Fichtel and* Moll), asociate cu resturi de briozoare şi de ostracode.

Zona cu *Sphaeroidina bulloides*, evidenţiată numai în partea de est a platformei, este alcătuită dintr-o foarte bogată faună de foraminifere, reprezentate prin: *Miliolidae Lagenidae*, *Nonionidae*, numeroase specii de *Buliminidae*, *Globigerinidae*, *Anomalinidae* etc. În unele foraje din estul zonei studiate, a fost separată o asociaţie foarte asemănătoare cu aceea a zonei *Sphaeroidina bulloides*, în conţinutul căreia se adaugă însă şi forme de *Pteropode* (genul *Spirialis*).

Studierea repartiţiei zonelor microfaunistice descrise permite să se aprecieze că în tortonianul superior, în partea centrală a platformei, şi pe marginile de sud ale bazinului au existat condiţii marine de mediu recifal (zona *Borelis melo*), în timp ce în partea de est dominau apele unei mări deschise, în care s-au putut dezvolta foraminifere pelagice (zona *Sphaeroidina bulloides*).

Sarmaţianul (0—2 000 m), răspîndit pe toată zona nordică (exceptînd marginea estică), acoperă tortonianul, pe care îl depăşeşte avansînd către sud, peste relieful de roci mezozoice şi paleozoice. Este format din marne cenuşii, din marne nisipoase cu intercalaţii de nisipuri şi de gresii. În partea bazală apar intercalate strate subţiri de calcare. În partea de sud a zonei considerate, baza sarmaţianului este marcată de prezenţa unui orizont nisipos-grezos cu grosimi de ordinul metrilor sau zecilor de metri. Vîrsta sarmaţiană a depozitelor a fost stabilită pe baza prezenţei macrofosilelor, în general, rare, şi a conţinutului microfosil. Pe baza asociaţiilor macrofaunistice s-a identificat sarmaţianul inferior-volhinianul — (*Cardium lithopodolicum* Dub., *C. transcarpaticum* Gris., *Cerithium mitralis* Eichw., *Mactra eichwaldi* Lask). şi sarmaţianul mediu-bessarabianul — (*Cryptomactra pes-anseris* Andr., *Tapes gregarius* Partsch., *Musculus sarmaticus* Gat., *Cerithium disjunctum* Eichw.). Sarmaţianul superior-kersonianul — ca atare nu a fost identificat, dar posibilitatea existenţei lui, cel puţin în parte, nu este exclusă. Din cauza rarităţii formelor macrofosile, urmărirea în extindere a sarmaţianului şi a termenilor săi s-a realizat în cea mai mare măsură, utilizînd criteriul microfaunistic. Astfel, au fost puse în evidenţă patru zone microfaunistice, avînd următoarea distribuţie stratigrafică:

— *Zona cu resturi scheletice de spongieri silicioşi* identificată în volhinianul inferior din partea centrală a zonei studiate, alcătuită din resturi scheletice de spongieri, asociate cu rare foraminifere din familiile *Miliolidae şi Nonionidae*;

— *Zona inferioară cu Ammonia beccarii*, care urmează în continuare, a fost atribuită pe baze paleontologice volhinianului. Asociaţia microfaunistică este formată din numeroase şi variate specii de foraminifere, aparţinînd, în special, familiilor *Miliolidae*, *Nonionidae* şi *Rotaliidae*, asociate cu ostracode specifice mediilor salmastre;

— *Zona cu Sphaeridia papillata*, se caracterizează printr-o abundenţă mare a foraminiferelor,

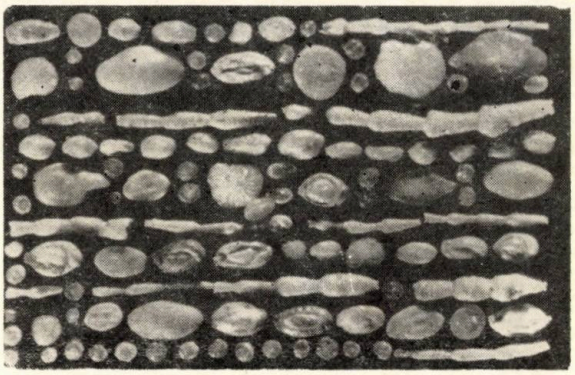


Fig. 5. Zona cu *Sphaeridia papillata*.

dintre care majoritatea sînt specii comune în zona adiacent inferioară. Se adaugă însă, în asociaţie, tipuri specifice de *Miliolidae*, *Buliminidae*, *Pegidiidae* şi Ostracode. Asociaţiile macro- şi microfaunistice, determinate în cadrul zonei *Sphaeridia papillata*, sînt alcătuite din forme specifice, unele sarmaţianului inferior, altele sarmaţianului mediu; reiese, deci, că zona corespunde intervalului stratigrafic volhinian superior-bessarabian inferior;

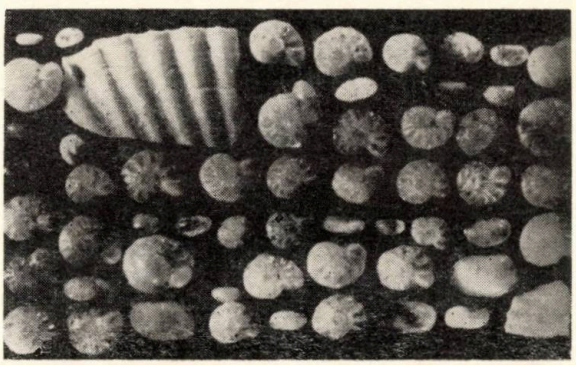


Fig. 6. Zona cu *Nonion granosum*.

— *Zona cu Nonion granosum*, se individualizează printr-o dezvoltare în erupţie a speciilor *Ammonia beccarii* (Linné) şi *Nonion granosum* (d'Orb.)., specifice părţii superioare a depozitelor bessarabiene.

Stratigrafic, peste zona cu Nonion granosum se dispun depozite care conţin forme de Ammonia beccarii (Zona superioară cu *Ammonia beccarii*), de vîrstă meoţiană. Limita dintre zonele *Nonion granosum/Ammonia beccarii* reprezintă un prag bionomic important, la nive-

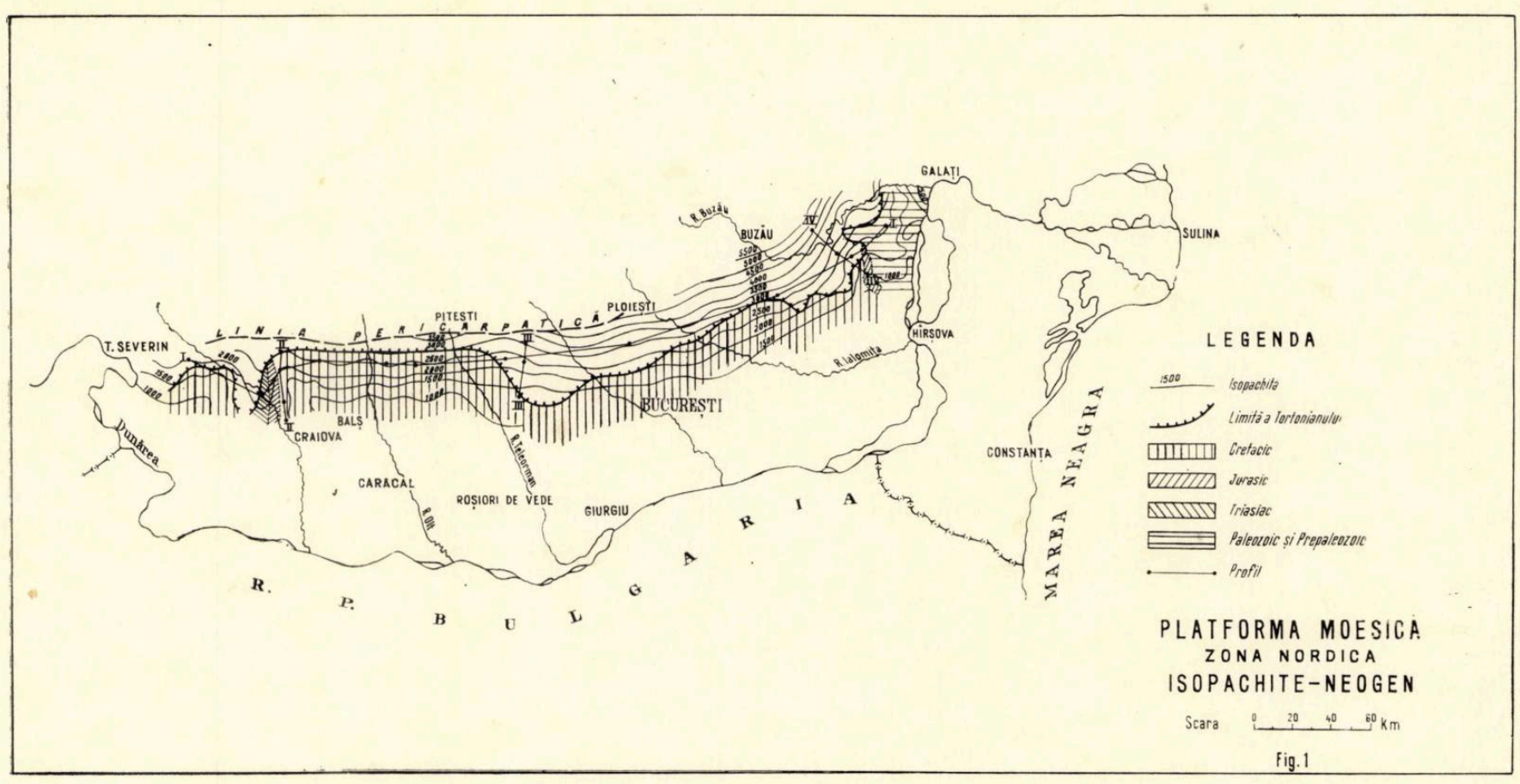
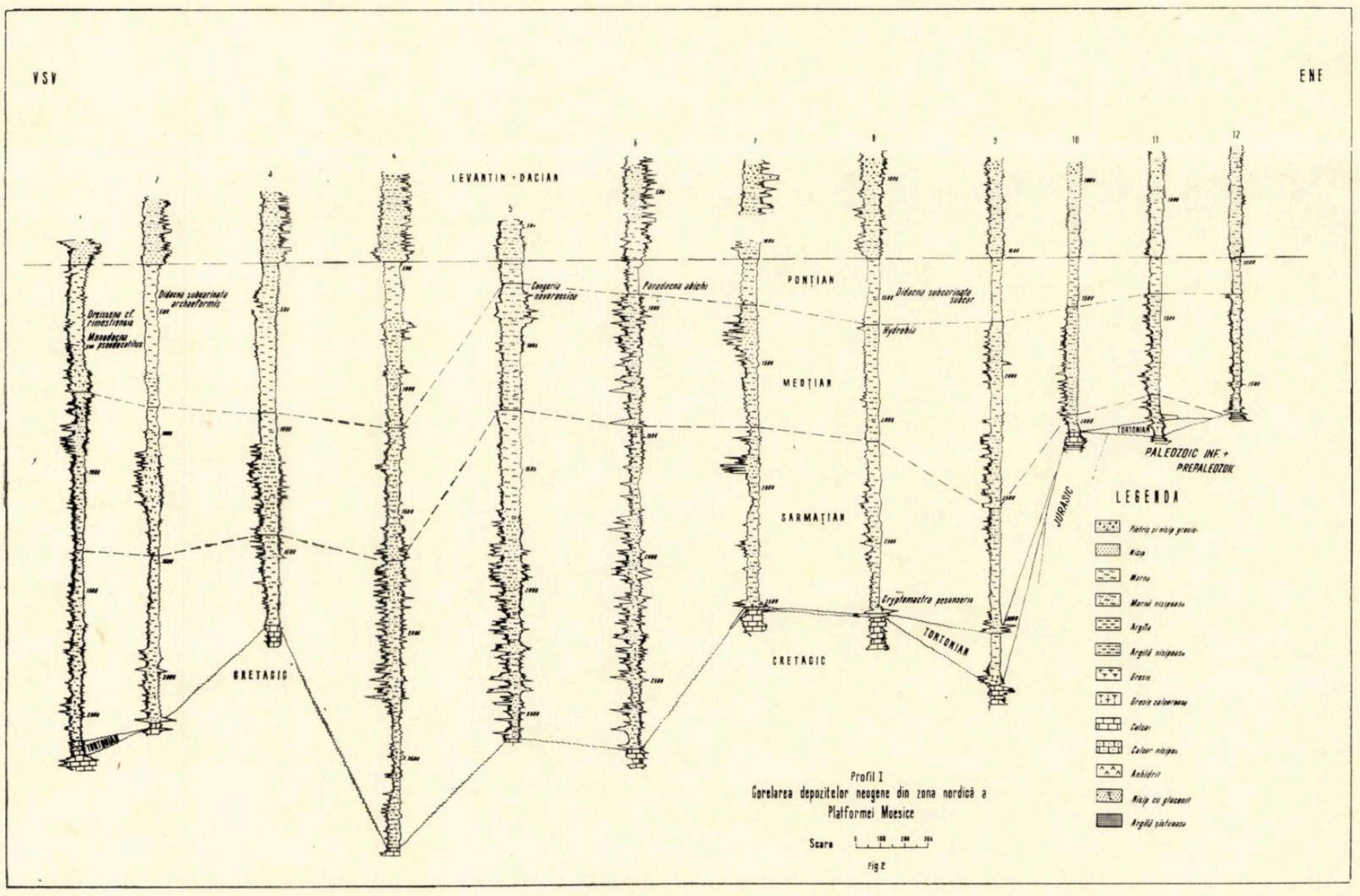


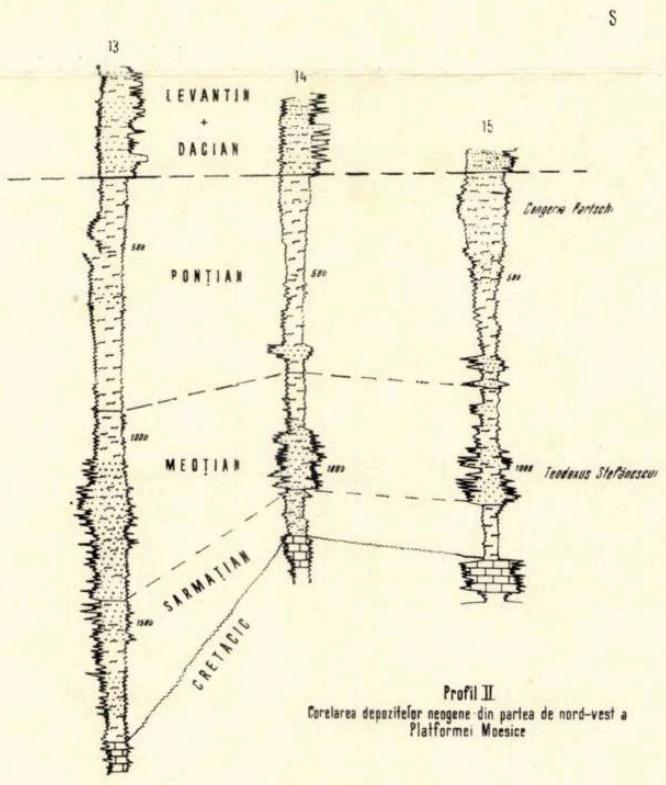
Fig. 1



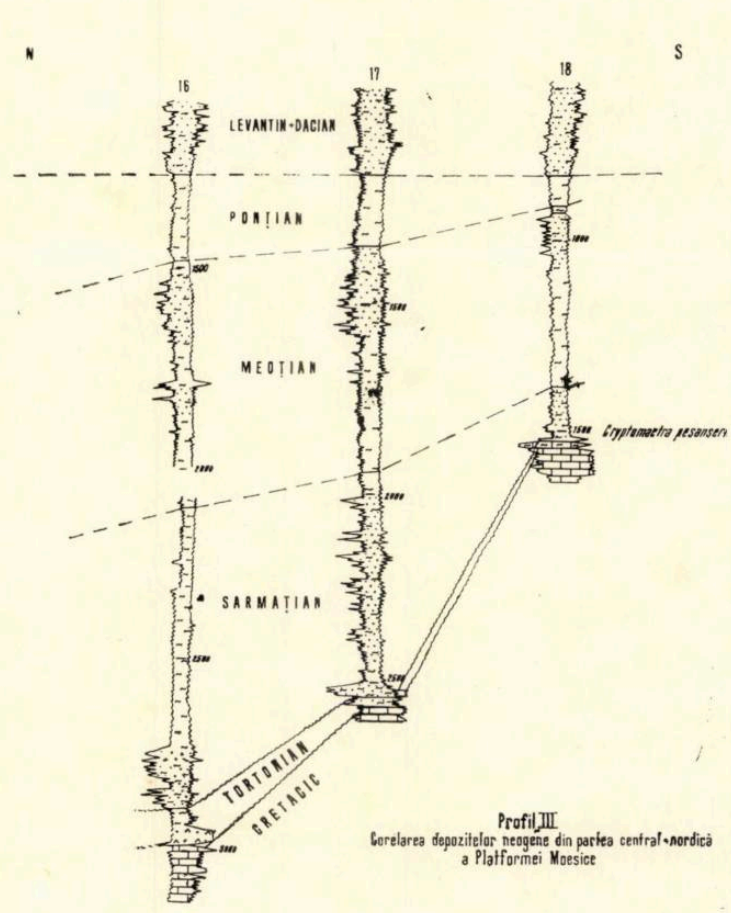
Profil I
Corelarea depozitelor neogene din zona nordică a Platformei Moesice

Scara 0 100 200 300

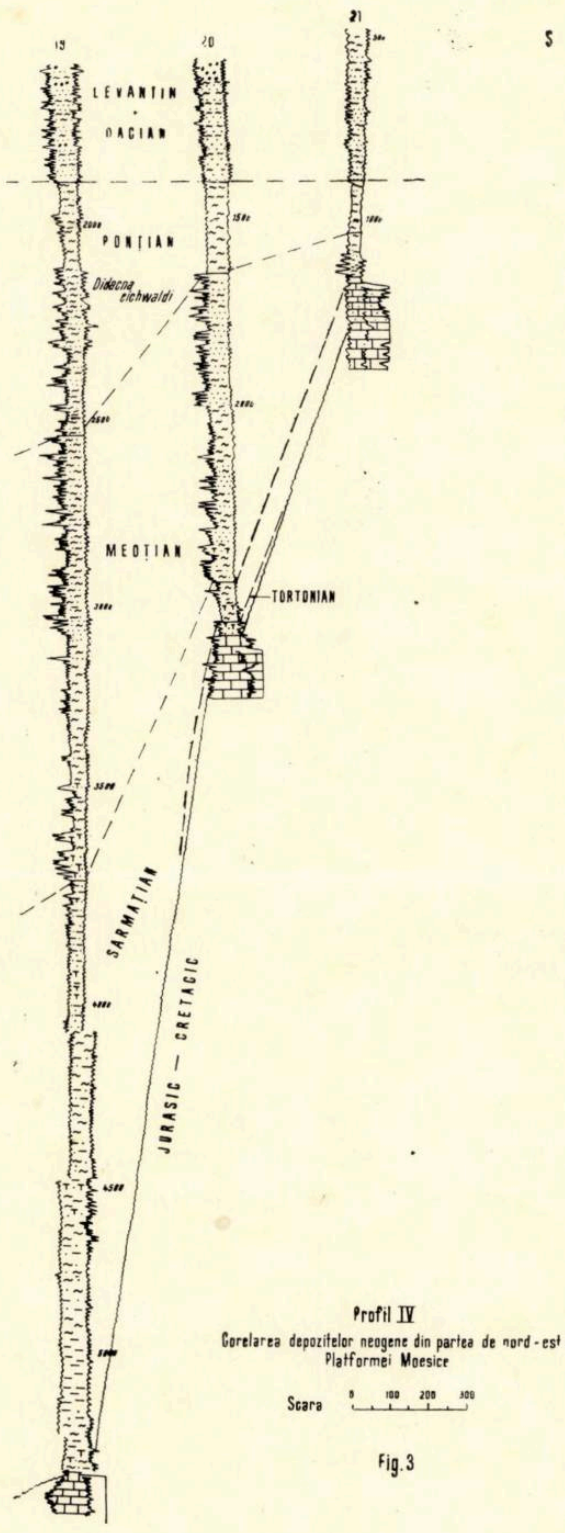
Fig. 2



Profil II
Corelarea depozitelor neogene din partea de nord-vest a Platformei Moesice



Profil III
Corelarea depozitelor neogene din partea centrală-nordică a Platformei Moesice



Profil IV
Corelarea depozitelor neogene din partea de nord-est a Platformei Moesice

Scara 0 100 200 300

Fig. 3

lul căruia se separă net asociaţia sarmaţianului mediu, de asociaţia meoţianului inferior.

Repartiţia microfaunei, corelată cu dezvoltarea facială, relevă faptul că subetajele sarmaţianului au acoperit treptat teritoriul de platformă, întinderea maximă realizîndu-se în sarmaţianul mediu, cînd au fost acoperite şi sectoarele mai sudice ale reliefului preneogen. Raporturile cu tortonianul par să fie de continuitate în zonele mai adînci ale reliefului şi în mod cert, de discontinuitate pe zonele proeminente, unde tortonianul este acoperit direct de sarmaţianul mediu. În ceea ce priveşte relaţiile cu depozitele superioare, se constată lipsa unor elemente macropaleontologice, specifice kersonianului, şi poziţia meoţianului, peste niveluri care conţin asociaţii micropaleontologice proprii bessarabianului superior. Acest fapt sugerează o întrerupere de sedimentare a cărei durată a putut varia în funcţie de mobilitatea sectoarelor antrenate în mişcările epirogenetice.

Meoţianul (200—900 m) este prezent pe toată zona nordică a Platformei Moesice, acoperind sarmaţianul. Este uşor regresiv în partea de vest şi avansează transgresiv în extremitatea estică a zonei studiate, unde acoperă terenuri paleozoice vechi. În cea mai mare parte a ariei sale de răspîndire, meoţianul are în partea bazală un complex de nisipuri peste care urmează marne cenuşii şi marne nisipoase cu intercalaţii de nisipuri şi de gresii. Prezenţa intercalaţiilor de nisipuri cu frecvenţă şi poziţie variabile, în diferitele sectoare ale zonei nordice, reprezintă efectul mişcărilor oscilatorii, care au afectat zona nordică a Platformei în acest timp. La partea superioară, meoţianul este acoperit de depozitele marnoase ale ponţianului. Vîrsta meoţiană a fost dată de macrofosile (*Hydrobia vitrella* Ş t., *Congeria panticapaea* S i n z . , *C. novorossica* S i n z) , dar acestea sînt foarte rare şi efectiv, orizontarea s-a făcut pe baza conţinutului microfaunistic. S-au distins patru zone :

— *Zona superioară cu Ammonia beccarii*, alcătuită aproape exclusiv din genul Ammonia, însoţit de rare ostracode pliocene, care definesc partea inferioară a meoţianului. Către partea superioară a zonei se remarcă o creştere a densităţii ostracodelor, care formează asociaţii specifice meoţianului;

— *Zonele cu Hemicythere şi Leptocythere*, formate din specii de ostracode de origine marină, indicînd partea mediană a meoţianului. Componenţa asociaţiilor reflectă retragerea mării şi instaurarea unui mediu cu salinitate redusă, în care foraminiferul Ammonia nu se poate adapta;

— *Zona cu Candonae*, superioară stratigrafic zonelor cu *Hemicythere* şi *Leptocythere*, ca şi z o n a c u *C y p r i d e i s h e t e r o s t i g m a s u b l i t o r a l i s* , (corespunzătoare asociaţiei macrofaunistice cu *Congeria novorossica Sinz.* din meoţianul superior) se caracterizează prin dezvoltarea speciilor de ostracode din grupul *Candoninaelor*, rezultat al

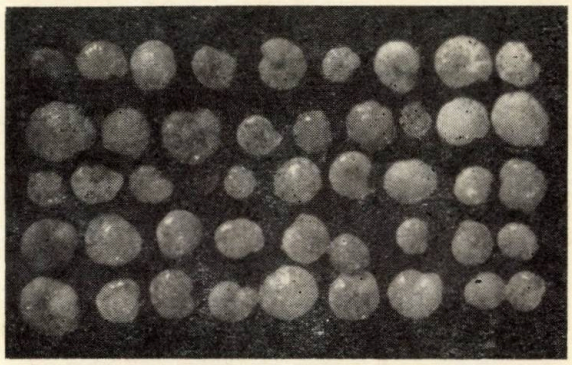


Fig. 7. Zona superioară cu *Ammonia beccarii.*

unui mediu liniştit, cu salinitate redusă şi temperatură moderată.

Ponţianul (100—700 m), răspîndit pe tot cuprinsul zonei nordice, marchează o nouă etapă de afundare a teritoriului de platformă şi,

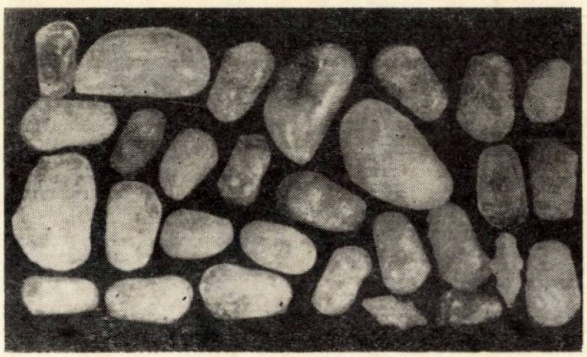


Fig. 8. Zona cu *Hemycythere* şi *Leptocythere.*

îndeosebi, a zonei nordice. Peste depozitele meoţiene, în general mai nisipoase, urmează un complex marnos, care prezintă îngroşări importante în părţile de vest şi de nord-est ale zonei studiate, unde apar intercalate şi strate de nisipuri. În cadrul acestor depozite au fost întîlnite macrofosile ponţiene (*Paradachna abichi* (H o e r n .) , *Dreissena rostriformis* W e n t z . *Didacna subcarinata sub.* D e s h ., *Phyllocardium planum planum* (D e s h .) . Asociaţiile de ostracode au fost grupate în mai multe zone microfaunistice :

— *Zona cu Caspiolla balcanica*, care corespunde orizontului cu *Paradacna abichi* (H o e r n) din ponţianul inferior;

— *Zona cu Pontoniella acuminata*, identificată la nivelul la care apare specia *Congeria rhomboidea* H o e r n ;

— *Zona cu Bacunella dorsoarcuata* care cuprinde specii de : *Leptocythere*, *Loxoconcha*, *Cytherissa* etc. Subdiviziunile microfaunistice co-

respunzătoare depozitelor ponţiene se caracterizează prin apariţia ostracodelor specifice condiţiilor de mediu slab salmastru, din care fac parte genurile: *Pontoniella*, *Caspiolla* şi *Bacunella*, ce se găsesc pe toată grosimea stratigrafică a etajului. Din asociaţiile ponţianu-

Fig. 9. Zona cu *Bacunella dorsoarcuata*.

lui nu lipsesc însă nici *Cyclocypridinaele* (*Cypria papillata* Reuss, C. *tocorjescui* Hanganu) şi *Candoninaele* (*Candona parallela pannonica* Zal), specifice mediilor de apă dulce. Analizînd componenţa asociaţiilor de ostracode, se poate trage concluzia că în timpul sedimentării ponţianului au alternat condiţii de apă salmastră, de mică adîncime, cu condiţii lacustre şi estuariene.

Dacianul şi levantinul (250—2 000 m) încheie ultimul ciclu de sedimentare din Platforma Moesică şi sînt alcătuite, în zona nordică, dintr-o succesiune de nisipuri şi de gresii, în care apar intercalate marne, marne cărbunoase, strate subţiri de cărbuni, pietrişuri. În extremitatea de nord-est a zonei a avut loc în acest timp o puternică afundare, care se reflectă în grosimea mare a depozitelor pliocene superioare. În ceea ce priveşte conţinutul fosil, datele sînt sporadice. S-a constatat prezenţa formelor de *Viviparus*, *Melanopsis* şi *Unionizi* sculptaţi.

Limita ponţian-dacian, în Platforma Moesică, este greu de stabilit pe baze micropaleontologice, deoarece depozitele dacianului nu cuprind un conţinut microfaunistic specific. Asociaţiile de ostracode sînt alcătuite din specii comune întregului pliocen sau din specii caracteristice, unele pentru meoţian, altele pentru ponţian.

În concluzie, evoluţia ultimului ciclu sedimentar s-a desfăşurat pe zona nordică a Platformei Moesice, sub influenţa unor mişcări de scufundare deosebit de puternice, cu ridicări în sarmaţianul inferior şi superior. Aceste mişcări au avut intensităţi variate, în funcţie de mobilitatea sectoarelor pe care le-au antrenat, fapt care s-a reflectat în variaţiile mari de grosime şi de facies.

Studiul micropaleontologic al depozitelor neogene a permis separarea mai multor subdiviziuni, care reflectă varietatea condiţiilor ecologice, existente în domeniul sedimentar pe zona nordică a platformei şi evoluţia acesteia de la faza net marină la faza salmastră şi lacustră, caracteristice întregului bazin neogen de la exteriorul Carpaţilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Costea, I. şi Balteş, N. Corelări stratigrafice pe bază de microfosile. Ed. tehnică, Bucureşti, 1962.
2. Grigoraş, N., Pătruţ, I şi Popescu, M. Contribuţii la cunoaşterea evoluţiei geologice a Platformei Moesice de pe teritoriul României. Asoc. Geol. Carp.-Balc. Cong. V 4—19, **IV**, Bucureşti, 1963.
3. Muţiu, R. Asupra prezenţei tortonianului în regiunea Glavacioc. În: Petrol şi gaze, **16**, nr. 7, iul. 1965, p. 378.
4. Muţiu, R. Noi prezenţe de tortonian în Platforma Moesică. În: Petrol şi Gaze, **18**, nr. 6, iun. 1967 p. 295.
5. Negoiţă, F. şi Popescu, E. Asociaţii de ostracode pliocene din Depresiunea Precarpatică şi Platforma Moesică de pe teritoriul României. În: Petrol şi Gaze, **19**, nr. 2, feb. 1968, p. 79.
6. Negoiţă, F., Popescu, E. şi Leu, M. Biostratigrafia depozitelor sarmaţiene din Platforma Moesică. În: Petrol şi Gaze, nr. 2, feb. 1969, p. 75.
7. Pătruţ, I., Popescu, M., Teodorescu, C. şi Molnar, M. Contribuţii la cunoaşterea geologiei Platformei Moesice. Stratigrafie. În: Petrol şi gaze **12**, nr. 11, noiemb. 1961, p. 481.
8. Popescu, M., Pătruţ, I. şi Paraschiv, D. Stadiul actual de cunoaştere geologică a Platformei Moesice de pe teritoriul României. În: Petrol şi gaze, **18**, nr. 1, ian. 1967, p. 6.
9. Stanceva, M. Mikrofaunisticina harakteristika na tortona ot severozapadna Bilgaria, Izdanie, na Bilgarskata, Akademia na Naukite, Sofia, 1959.
10. Stanceva, M. Sarmatski foraminiferi ot severozapadna Bilgaria, Izdanie, na Bilgarskata, Akademia, na Naukite, Sofia, 1960.

Limitarea folosirii fluidelor de foraj saturate în sare

Agripina Rudencu

În trecut, cînd forajele erau rare, era important să se sape pînă la adîncimea proiectată sau cît mai adînc, dacă se urmărea performanţa de adîncime. Astăzi, cînd numărul sondelor este din ce în ce mai mare, a devenit important şi obligatoriu, „cum se sapă", atît din punctul de vedere al tehnologiei de foraj, cît şi din punctul de vedere al consecinţelor asupra mediului înconjurător.

O dată cu adîncirea şi cu înmulţirea sondelor, economia fluidelor de foraj a devenit un capitol ce interesează direct economia naţională, prin folosirea de terenuri care rămîn contaminate cu chimicale, cu săruri şi cu produse petroliere.

În timpul forajului, volumul lichidelor de circulaţie la o sondă poate ajunge la mai multe sute sau chiar mii de m^3, depinzînd de mulţi factori :

1) diametrul sapei ;
2) adîncimea sondei ;
3) compoziţia şi caracteristicile rocilor traversate ;
4) compoziţia şi presiunea fluidelor din strate,
5) programul de foraj ;
6) programul de carotaj ;
7) tipurile de fluid proiectate după datele cerute de tehnologia de foraj.

Dintre toţi aceşti factori, primii şase nu pot fi modificaţi, astfel încît în majoritatea cazurilor se adaptează acele tipuri de fluide care să satisfacă toate fazele forajului şi producţiei în condiţii specifice date.

Alegerea şi proiectarea unui anume tip de fluid, care să poată fi controlat şi din punctul de vedere al contaminării solului şi a apelor, devine atît de complexă şi datorită faptului că instrucţiunile ce limitează folosirea chimicalelor şi a volumelor excesive de fluide circulate la sonde nu sînt standardizate.

Cantităţile de chimicale folosite la forajul unei sonde depind, în general, şi de întîrzierea forajului datorită dificultăţilor întîlnite, deoarece fie că se sapă, fie că nu se sapă, noroiul în circulaţie la talpă trebuie întreţinut.

Pe de altă parte, este bine cunoscut faptul că este cu atît mai necesară îmbunătăţirea caracteristicilor noroiului, cu cît se întîrzie rezolvarea complicaţiilor.

Îmbunătăţirea caracteristicilor noroiului se face în aceste cazuri prin tratamente complexe, cu tot mai multe chimicale, din care rezultă volume mari de noroi excedentar, deci batale în sol şi ape contaminate.

În unele faze ale forajului, iar alteori neprevăzut, volumul de noroi în circulaţie este schimbat total, de aici rezultînd încă o sursă de creştere a volumelor de lichid circulate, care agravează degradarea solului şi apelor.

Un calcul simplu al volumelor de NFSS (noroi de foraj saturat în sare) rezultate la o sondă, făcut numai pe baza diametrului nominal al sapelor cu care se ajunge la adîncimea finală, nu dă o informare reală, decît dacă este corelat cu cavernometria găurii.

În rocile instabile sau solubile, volumul real circulat devine de multe ori mai mare decît volumul teoretic al găurii de sondă. La volumul real însă, trebuie să se adauge volumele de rezervă, obligatorii pentru operaţiile de schimbare a sapei, şi două sau trei volume de puţ, care trebuie menţinute pentru cazuri de erupţie sau pierderi de circulaţie.

La sondele care folosesc NFSS se ajunge uneori după tratamente şi diluări repetate, la un volum total important, care, la terminarea sondelor, rămîne în gaura de sondă, în golurile unde eventual s-a pierdut, în batale la suprafaţă sau datorită ploilor, în albiile rîurilor.

În toate situaţiile amintite, volumele de noroi rămase, împreună cu apele de zăcămînt mineralizate şi cu produsele petroliere, devin un contaminant puternic pentru mediul înconjurător.

Un NFSS conţine pînă la ~310 kg clorură de sodiu, la 1 m^3 soluţie, în afară de sarea în suspensie, clorurile de potasiu şi de magneziu întîlnite în unele structuri sînt încă şi mai solubile.

Pe lîngă cloruri, NFSS conţine multă sodă caustică (uneori pînă la pH = 12—13), biocizi, polimeri complecşi, detergenţi, motorină, solide coloidale reactive (bentonite), materiale de îngreunare.

După toate datele practice şi documentare cunoscute, contaminarea datorită fluidelor de foraj care rămîn în sondă, în batale sau sînt spălate de ploi, se poate reduce numai dacă se iau măsuri preventive ; nu există metode unice de lucru în acest scop şi nici nu se pot încă standardiza instrucţiunile provizorii existente.

Cauzele principale ale acestei lipse sînt:

1) complexitatea factorilor care intervin în gama mare de operaţii ce se succed în forajul şi în producţia sondelor;

2) costul ridicat al investiţiilor necesare proiectării şi întreţinerii NBA (noroi de foraj pe bază de apă) cu conţinut cît mai redus de chimicale şi din care să rezulte volume limitate de noroi.

O investigare după date practice şi documentare asupra posibilităţilor de limitare a folosirii NFSS, îngreunate sau nu, arată clar că acest tip de noroi nu poate fi evitat decît rareori la traversarea diapirilor şi a stratelor de sare, dar poate fi evitat aproape în toate cazurile la traversarea stratelor groase de marnă care se dispersează în NBA dulce.

Stratele de marne şi de argile uşor dispersabile sînt frecvente în majoritatea formaţiunilor care se sapă în prezent; sondele care traversează strate groase de argile instabile, plastice, dau cele mai mari volume de noroi excedentar, datorită diluărilor masive cu apă şi cu chimicale. Aceste diluări şi tratamente sînt necesare fluidizării noroiului care devine vîscos în urma înglobării detritusului şi a dărîmăturilor acestor roci.

Interacţiunea puternică dintre NBA şi rocile argiloase, din care rezultă: hidratare, dispersare, umflare sau simplă antrenare cu circuitul de noroi, este apoi cauza instabilizării pereţilor găurii de sondă [1, 6, 9, 14, 15].

În stratele argiloase instabile, complicaţiile în foraj apar la scurt timp după instabilizarea pereţilor găurii şi, de obicei, asociat cu creşterea volumelor de noroi excedentar, în cazul în care comportarea acestor roci faţă de NBA nu este dinainte cunoscută şi corect controlată [1, 10, 18, 20, 30].

Studiile pentru găsirea celei mai bune tehnologii care să asigure un foraj economic şi care să evite degradarea mediului înconjurător, nu sînt suficiente pentru a se elabora instrucţiuni standard de folosire a chimicalelor în toate formaţiunile, dar sînt destul de aprofundate ca să poată servi specialiştilor şi operatorilor care colaborează la alcătuirea programelor de noroi. Numărul mare de tipuri de noroi şi de metode „ speciale" experimentate la traversarea stratelor argiloase instabile indică gradul de dificultate pe care îl produc în foraj aceste strate şi lipsa unor metode unice de lucru.

Devine astfel necesar să se sistematizeze întîi cauzele care măresc consumul de chimicale şi/sau volumele de noroi circulate, care sînt:

1. cunoaşterea insuficientă a comportării rocilor traversate, faţă de apa şi de chimicalele componente ale fluidului;

2. complexitatea operaţiilor de curăţire a fluidelor de foraj de solidele rezultate din avansarea sapei şi din dărîmări;

3. instabilitatea bentonitelor, în general, şi a celor cu care se prepară NFA faţă de electroliţi şi de unii aditivi specifici, în special, la temperaturi mari.

Dintre toate posibilităţile de interacţiune dintre roci şi fluide, respectiv chimicalele circulate în gaura de sondă, în scopul limitării volumelor de noroi, se impun a fi studiate întîi acele interacţiuni care definesc proprietatea unei roci de a se dispersa în circuitul fluidului de la talpă la suprafaţă, unde roca trebuie separată din fluid.

Se obişnuieşte să se spună în practică despre unele roci, cum sînt marnele cu montmorillonit de sodiu, că înmulţesc noroiul. Aceasta din cauză că, pînă ajunge la suprafaţă, detritusul acestor roci se desface în particule mici care măresc continuu viscozitatea noroiului şi nu mai poate fi separat la sita vibratoare. O dată devenit vîscos noroiul nu mai poate şi nici nu trebuie tratat cu fluidizanţi obişnuiţi, deoarece aceştia grăbesc dispersia particulelor în continuare. În aceste condiţii se impune întîi diluarea cu multă apă, care să reducă din nou conţinutul în solide pe unitatea de volum.

Controlul solidelor din NFSS şi din celelalte tipuri de fluide este o problemă destul de complexă, dar atît de importantă din punct de vedere economic, încît trebuie folosite toate mijloacele pentru a fi soluţionată. Consecinţa imediată a separării corecte a solidelor din NF (noroi de foraj) este şi posibilitatea de control asupra stabilităţii găurii de sondă, mai ales la traversarea formaţiunilor neconsolidate şi/sau instabile, pe lîngă reducerea consumului de chimicale şi a volumului circulat la sondă.

Bentonitele de tratare se adaugă în NBA pentru a le mări viscozitatea şi rezistenţa de gel, deoarece ele asigură o mai bună capacitate de transport a detritusului. Cu cît o bentonită este de calitate mai bună, cu atît caracteristicile de filtrare şi de turtă ale NBA au valori reduse.

Tehnologia fluidelor de foraj este în bună parte o aplicare practică a fizico-chimiei bentonitelor; o bună înţelegere a proprietăţilor de bază ale acestui tip de argile este necesară în proiectarea, în controlul şi în întreţinerea fluidelor de foraj.

Dispersia argilelor, precum şi forţele de interacţiune dintre particule se micşorează atunci cînd argila se adaugă în apa care conţine cantităţi mari de electroliţi în soluţie, cum este clorura de sodiu.

În acelaşi mod, contaminarea NBA dulce în timpul forajului cu săruri solubile are un efect puternic asupra proprietăţilor suspensiei de argilă, care devine instabilă. În cele mai multe cazuri, viscozitatea, rezistenţa de gel şi filtrarea cresc, particulele fin dispersate se aglomerează în flocule mari, care se elimină o dată cu detritusul sau se depun. Pentru restabilirea caracteristicilor se adaugă cantităţile necesare de altă bentonită proaspăt dispersată şi hidratată

în apă dulce, care, dacă nu este suficient de bine tratată, se instabilizează repede şi trebuie înlocuită, de unde rezultă volume mari de noroi excedentar. De aceea, a fost necesar să se facă o inventariere a studiilor şi a concluziilor în acest domeniu, care să ajute la limitarea metodelor vechi de traversare a stratelor de marne instabile, cu NFSS, îngreunate sau nu.

Dintre lucrările publicate în documentarea de specialitate, se pot folosi concluziile expuse de [14], cu completările din cele mai recente studii [3, 4, 27, 28, 29], pentru argumentarea limitării folosirii NFSS la traversarea stratelor de argile instabile.

Sinteza şi concluziile expuse de [14] în acest domeniu se pot rezuma în tabela următoare,

TABELA 1 [14]

Clasa	Caracteristicile marnelor instabile în foraj	Tipul de fluid recomandat
A	Moi, plastice, cu puţine fracturi. Compuse din cantităţi moderate pînă la mari, de montmorillonit de sodiu şi de calciu	NBPP (fluide pe bază de produse petroliere)
B	Dure, fracturate, conţinînd cantităţi mari de montmorillonit de calciu	NBA dulce
C	Dure, sfărîmicioase, puternic fracturate. Compuse în principal din montmorillonit de sodiu.	NBA inhibat
D	Dure, fracturate. Conţin în principal caolin, illit, chlorit sau amestec.	NBA dulce

în care s-a indicat o clasificare actuală a marnelor instabile, precum şi tipul de noroi recomandat, pe baza studiilor de laborator şi a datelor practice.

Marnele din clasa A dau cele mai mari dificultăţi în foraj, deoarece conţin multă apă, sînt moi şi plastice în mod natural, chiar înainte de a veni în contact cu NBA şi sînt asociate cu presiuni anormal de mari de ape şi de gaze [20].

Concomitent cu lucrările pentru stabilizarea marnelor din punctul de vedere al tehnologiei de foraj, s-au urmărit şi cercetările asupra diagenezei formaţiunilor marnoase; din corelarea acestor importante lucrări comunicate recent în literatura de specialitate [4, 29], se pot deduce argumente suficiente pentru limitarea NFSS la traversarea formaţiunilor marnoase ce conţin montmorillonit de sodiu.

Dintre studiile asupra diagenezei formaţiunilor marnoase traversate în foraj, se folosesc în activitatea de corelare necesară elaborării programelor în tehnologia de foraj, datele asupra procesului de illitizare a acestor roci în adîncime.

Illitizarea

S-a observat încă de mult [3] transformarea diagenetică a mineralelor argiloase din adîncime şi s-a conchis că nu trebuie să se folosească expresia obişnuită de „stoarcere"[29] pentru marnele din clasa A, deoarece o dată cu adîncirea, montmorillonitul de sodiu suferă un proces evolutiv de illitizare [20].

Montmorillonitul de sodiu este componentul principal al argilelor care se umflă şi care produc strîngerea găurilor de sondă săpate cu NBA dulce; acesta se găseşte în cantitate mai redusă la adîncimea de 1 000 m decît mai sus, iar la adîncimi mai mari de 3 000 m, montmorillonitul de sodiu, practic, nu se mai întîlneşte.

Sub 4 200 m, argilele au pierdut virtual capacitatea de umflare [4].

Aceleaşi concluzii sînt confirmate şi de [29], care expune mai pe larg mecanismele de expulzare a fluidelor de compactare a depunerilor marine.

Cunoştinţele actuale despre compoziţia mineralogică şi chimia coloidală a argilelor referitoare la felul în care se elimină apa din depunerile rezultate prin sedimentare duc la două concluzii:

1) Transformarea montmorillonitului de sodiu în illit are loc după scufundarea depozitelor în adîncime. Procesul este urmat de eliberarea unei cantităţi mari de apă legată între suprafeţele montmorillonitului, către spaţiile dintre particule în care apa se găseşte nelegată (în stare liberă). Acest transfer de apă influenţează mult porozitatea şi permeabilitatea rocii, şi este cauza principală a presiunilor anormale care se întîlnesc în forajul de adîncime.

2) În depunerile de illit primar apa a fost eliberată (stoarsă) din argilă imediat după scufundare [29].

Aceste date obţinute o dată cu studiile necesare explorării pentru petrol a structurilor noi sînt importante şi pentru tehnologia de foraj, din punctul de vedere al formării rocilor şistoase cu lichide sub presiune.

Se pot produce uşor presiuni anormal de mari de fluide prin creşterea volumului care însoţeşte desorbţia ultimelor strate monomoleculare de apă ale montmorillonitului de sodiu, în timpul diagenezei acestuia în illit [4].

Înţelegînd astfel caracteristicile mineralogice, este posibil să se clarifice interpretările datelor obţinute despre proprietăţile formaţiunilor sedimentare care se compactează [29].

Efectele diagenezei argilelor asupra compactării sedimentelor sînt extrem de importante pentru: geologul de explorare, care poate folosi illitizarea montmorillonitului de sodiu ca un trasor pe urma migrării petrolului în adîncime şi pentru tehnologul în foraj, ca să limiteze regimul de foraj şi tratamentele fluidelor pentru marnele ce se umflă cu NBA dulce, numai la adîncimile la care poate exista, în can-

titate apreciabilă, montmorillonitul de sodiu. Pentru specialistul în fluidele de foraj este încă şi mai important, deoarece prin procesul de illitizare, sodiul din aceste argile se înlocuieşte cu potasiul [3, 4].

Consecinţa practică imediată este că se pot detecta stratele cu argilă care se umflă, urmărind consecvent analiza mineralogică şi fizico-chimică a carotelor şi a probelor de detritus determinînd, prin metode rapide, întîi prezenţa potasiului.

Se sugerează patru cauze ale diagenezei:

1) adîncimea de scufundare;
2) timpul;
3) gradientul geotermic;
4) activitatea ionilor principali.

Sînt argumente care precizează importanţa mai mare a gradientului geotermic ca un factor de control în transformarea montmorillonitului de sodiu în illit [3].

Adîncimea la care montmorillonitul se transformă în illit depinde, în special, de gradientul geotermic, dar şi de activitatea ionilor principali.

Studiile menţionate [4, 23] relatează date din structurile din Texas Gulf Coast şi altele, care confirmă că diageneza începe la o adîncime de aproximativ 1 800 m şi se termină la 2 700—3 600 m [4], fără să depindă de vîrsta geologică.

Mai mulţi geologi şi mineralogi specializaţi în studiul argilelor au recunoscut transformarea generală a montmorillonitului de sodiu, în adîncime, cu respectiva creştere în conţinutul de illit şi de argile cu stratificare mixtă. În general se acceptă că illitul devine mineralul argilos dominant în sedimentele scufundate în adîncime [2, 3, 4, 27, 28, 29].

Urmărind mecanismul de interacţiune dintre argilă şi apă, se constată că particulele de argilă din mediul marin natural se depun pe fund şi încep să piardă apă de îndată ce sînt scufundate şi comprimate de presiunea geostatică.

Particulele sau floculele sînt compuse din plăcuţe, cristale individuale de argilă.

Dacă argila este de tipul neexpandabil, cum sînt illitul şi caolinitul, apa orientată poate apărea între plăcuţele paralele din interiorul fiecărei particule.

Dacă flocula este o argilă expandabilă, cum este montmorillonitul, apa orientată apare nu numai între plăcuţe şi între particule, ci şi între fiecare dintre stratele particulei elementare.

Sînt cu mult mai multe strate elementare decît particule şi flocule combinate şi, de aceea, montmorillonitul absoarbe cantităţi mult mai mari de apă orientată, în comparaţie cu mineralele argiloase neexpandabile [21].

Apa, principalul component fluid al stratelor sedimentare, se consideră că migrează în trei faze separate. Iniţial, apa din pori şi dintre stratele de argilă este expulzată prin acţiunea presiunii geostatice.

Această primă separare de apă (care se termină în cea mai mare parte după prima mie de metri de scufundare) reduce conţinutul de apă la 30%, din care cea mai mare parte este în formă semisolidă, interstratificată [29].

A doua fază de deshidratare se crede că se produce cînd căldura absorbită de stratul sedimentar scufundat devine suficient de mare pentru a mobiliza apa din stratul următor, pînă la ultimul.

Fig. 1. Efectul diagenezei argilei asupra eliminării apei din depunerile argiloase. Se presupune că în fiecare fază a compactării reprezentată în figură, există un număr de particule sub formă de agregate şi altele cu particule elementare. *A*: fără permeabilitate şi porozitate efectivă; *B*: virtualc ea mai mare parte din apa „legată" devine apă liberă, din care cauză au apărut permeabilitate şi porozitate efectivă. *C*: apa liberă a fost eliminată (stoarsă); s-au redus mult porozitatea efectivă, permeabilitatea şi volumul iniţial.

Faza finală de deshidratare a stratului sedimentar (6 000—7 000 m), în care se extrage din reţeaua cristalină cea din urmă apă rămasă, monostratificată, este aparent foarte lentă, chiar considerînd timpii geologici, necesitînd zeci sau chiar sute de milioane de ani, dependent de gradientul geotermic şi de scufundare a stratelor sedimentare [4].

Deplasarea apei în faza a doua pare să se producă într-un interval de timp strict dependent de adîncime, în care temperatura medie de deshidratare a punctelor măsurate este de 105°C. Cu ajutorul difractogramelor cu raze X, se obţine o măsură a cantităţii de apă interstiţială expulzată în faza a doua.

Folosind o diagramă empirică P/T şi o hartă a gradienţilor geotermici se poate trasa conturul zonei de deshidratare în subteran. Unele date

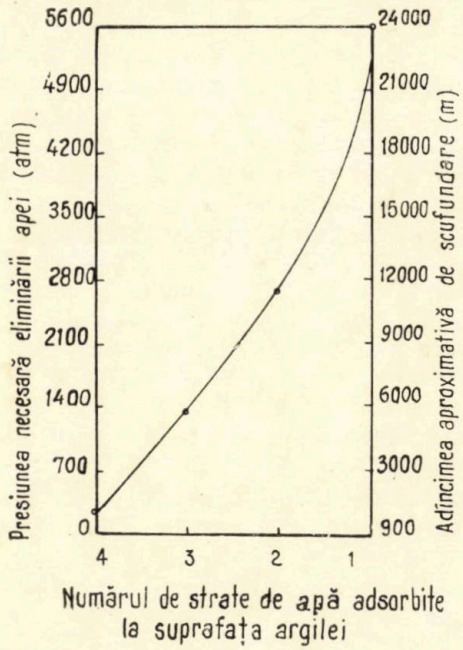


Fig. 2. Presiunea, respectiv adîncimea echivalentă de scufundare, necesare pentru a elimina fiecare dintre cele patru strate de apă din interstratele montmorillonitului.

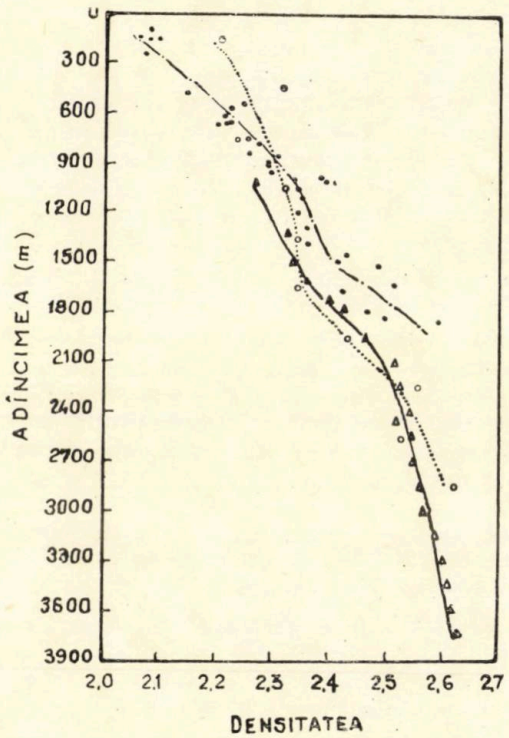


Fig. 3. Variaţiile densităţii cu adîncimea în intervalele marnoase :

– valorile medii ale densităţii naturale de la sondele din Venezuela ;
– densităţile medii de la cinci sonde din Colombia, după Skeel ;
– date asupra densităţii a 500 de probe în stare uscată, de la două sonde din Venezuela.

referitoare la această suprafaţă de deshidratare indică o distribuţie Gauss aproape perfectă [4].

Multe dintre ideile enunţate de către aceşti autori sînt noi şi trebuie verificate cu grijă de cercetător în laborator şi de către tehnologul de foraj, în baza datelor de şantier. Din bibliografia enunţată se deduce că illitizarea montmorillonitului este un fapt verificat şi că poate fi folosit în argumentarea care să limiteze metodele de traversare cu NFSS a marnelor plastice denumite nejustificat „care se umflă".

Propuneri de completare a clasificării marnelor instabile

Pentru ca argumentarea, după aceste studii, să se prezinte mai clar, se propune împărţirea marnelor din clasa A, în trei subgrupe, în funcţie de diageneza din timpul scufundării sedimentelor.

Subclasa (a) ar putea cuprinde marnele provenite din depunerile care iniţial au conţinut montmorillonit de sodiu şi care, în momentul deschiderii prin foraj, conţin încă acest mineral în cantitate apreciabilă, datorită condiţiilor de scufundare.

După studiile menţionate [4, 29], acest fel de marne se pot găsi numai pînă la adîncimi de 2 000—3 000 m ; dacă tehnologul de foraj corelează aceste informaţii cu datele sondelor ce trebuie să traverseze strate de marne plastice la adîncimi mai mari de ~ 3 000 m, se găseşte în situaţia de a nu avea motive să prevină hidratarea şi umflarea montmorillonitului de sodiu cu NFSS, deoarece este probabil ca acesta să nu fie găsit.

Chiar şi pentru adîncimi de pînă la 2 000—3 000 m, dacă montmorillonitul de sodiu este evident prezent, înainte de a hotărî saturarea noroiului cu sare, se recomandă să se estimeze bine timpul cît aceste strate marnoase rămîn în contact cu NBA ; se poate evita saturarea noroiului cu sare, folosind NBA inhibate cu polimeri adecvaţi [1, 9, 10, 12, 16, 17, 18], asigurînd continuitatea forajului cu viteză optimă şi tubînd repede stratul gros de marnă montmorillonitică [1, 23].

Aceste performanţe sînt posibile deoarece la adîncimi de pînă la 2 000—3 000 m se avansează repede, uneori fără operaţii de carotaj mecanic pînă la stratul productiv.

Subclasa (b) ar putea cuprinde marnele provenite din depuneri care iniţial au avut montmorillonit de sodiu şi care în momentul deschiderii prin foraj nu mai conţin acest mineral, datorită condiţiilor de scufundare. După studiile menţionate, o dată cu adîncirea depozitelor, sub influenţa temperaturii, montmorillonitul se transformă progresiv în illit, eliberînd o cantitate apreciabilă de apă dulce, provenită din apa de cristalizare [1]. Procesul de illitizare progresivă face ca la adîncimi mai mari de 2 000—3 000 m să nu mai existe montmorillonit

de sodiu, astfel încît argilele, în timpul compactării normale, au pierdut apa liberă, nelegată şi care conţinea sărurile din mediul marin de depunere ; după illitizare, către adîncime mai mare, marnele moi, plastice, în stare naturală, care se întîlnesc în forajul sondelor, conţin illit şi apa dulce provenită din eliberarea apei legate între stratele reţelei montmorillonitului de sodiu (nu apa fosilă). Acest tip de marne nu se mai hidratează la contactul cu NBA dulce, dar nici nu pot fi săpate cu NBA dulce, NFSS, îngreunate sau nu, datorită conţinutului mare de apă care le face să se disperseze uşor şi să se înglobeze în masa oricăruia dintre fluidele indicate anterior.

Din experienţele de laborator şi de şantier [14] se deduce că numai pentru acest tip de marne se recomandă NBPP (noroaie pe bază de produse petroliere) tratat cu clorură de calciu, care să preia o parte din umiditatea pe care roca a conţinut-o în momentul deschiderii şi s-o facă astfel mai coezivă [1, 14].

Numai după ce detritusul a pierdut o parte din apă, preluată fiind de clorura de calciu din NBPP poate fi adus în bucăţi la suprafaţă şi separat la sita vibratoare. De asemenea, în dreptul acestor strate marnoase de adîncime mare, pereţii găurii de sondă devin mai stabili cu NBPP tratat cu clorură de calciu, ca în urma unui proces de incrustare superficială.

Porozitatea şi permeabilitatea rocii marnoase la zona de contact cu acest tip de NBPP vor fi în consecinţă modificate.

Dacă se ţine seama de rezultatele acestor studii, de cercetările verificate la sonde şi de condiţiile specifice ale fiecărei structuri, se poate admite concluzia că, pentru strate marnoase plastice în stare naturală, mai adînci de 2 000—3 000 m, nu trebuie să se mai proiecteze NFSS şi îngreunate, cu filtrare foarte redusă, pentru a se preveni umflarea pereţilor datorită hidratării montmorillonitului de sodiu, după deschidere, deoarece, la o asemenea adîncime, acest mineral nu mai există.

Deci, se vor putea evita reţetele clasice de NFSS, care—în afară de faptul că sînt scumpe, greu de preparat şi greu de întreţinut — dau volume mari de noroi suplimentar, ce degradează solul şi apele.

Subclasa (c) ar putea cuprinde marnele provenite din depuneri care n-au conţinut iniţial montmorillonit de sodiu, ci illit, asociat cu alte minerale (montmorillonit de calciu), mult mai puţin reactive faţă de apă, şi care deci nu se hidratează şi nu se umflă dacă sînt traversate cu NBA convenţionale. Acest tip de marnă poate fi găsit la toate adîncimile, dar în condiţii diferite de compactare :

— normal compactate cînd au densitate de 2,5—2,6 kg/dm^3, umiditate redusă, sînt coezive şi relativ uşor de săpat cu NBA obişnuite ;

— anormal compactate, cînd sînt asociate cu presiuni anormal de mari de ape şi de gaze [1], sînt moi şi plastice în stare naturală, au densitate redusă, 2,2—2,3 kg/dm^3, şi pot fi săpate cu NBPP, tratate cu clorură de calciu, ca şi marnele plastice provenite prin illitizare.

Dacă se admite ca bază clasificarea marnelor din tabelul citat, se constată că pentru traversarea marnelor din clasele B şi D, autorii recomandă NBA dulce, deci trebuie urmărită argumentarea în acelaşi mod numai pentru folosirea NFSS la traversarea marnelor din clasa C.

După concluziile cercetătorilor [21, 29], acest tip de marne se poate întîlni numai pînă la adîncimi de 2 000—3 000 m, adică înainte de terminarea procesului de illitizare ; ca şi la subclasa (a) din clasa A, se poate admite că aceste strate marnoase, care pot conţine încă montmorillonit de sodiu şi deci se pot hidrata, să fie traversate cu NBA inhibate cu polimeri şi nu cu electroliţi puternici, cum sînt clorurile folosite obişnuit.

Documentarea pe baza căruia s-a făcut studiul expus în [4, 29] este dată în bibliografie [2, 3, 7, 8, 13, 16, 19, 21—40].

Concluzii

La prima vedere, întreţinerea fluidelor de foraj în scopul protejării mediului pare îngrijorător de complexă şi de costisitoare, dacă se consideră problema separat de celelalte lucrări tehnologice de foraj.

Analizînd însă statistic rezultatele metodelor moderne [1, 5, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 30, 33, 34, 40] de întreţinere, se constată că se obţin avantaje importante ca viteze de avansare şi cost, care echivalează investiţiile necesare metodelor şi dispozitivelor cu care se previne creşterea volumelor de noroi şi a consumului de chimicale.

Nu se proiectează însă fluidele de foraj cele mai puţin costisitoare, ci se calculează astfel, încît chiar un fluid costisitor iniţial să devină mai economic în final, după rezultatele statistice care să cuprindă atît parametrii de foraj-producţie, cît şi factorii responsabili de prejudiciile ce se aduc mediului înconjurător în timpul operaţiilor la sonde.

Probleme care pot fi baza unor cercetări ulterioare, în legătură cu rezultatele cercetărilor expuse în bibliografia enunţată :

1. Determinarea compoziţiei mineralogice a carotelor şi a detritusului din stratele marnoase, urmărind diageneza montmorillonitului şi substituirea sodiului cu potasiu în adîncime, pentru detectarea stratelor marnoase care se hidratează cu NBA şi produc dificultăţi în foraj.

2. Determinarea densităţii detritusului marnos adus cît mai întreg la sita vibratoare, pentru sesizarea presiunilor anormal de mari, asociate stratelor marnoase cu densitate redusă

(2,1—2,3 kg/dm^3), datorită conținutului mare de apă.

3. Selecționarea tipurilor de fluide de foraj existente, în funcție de interacțiunea acestora cu rocile traversate și proiectarea de metode și de aditivi cu care să se obțină inhibarea umflării marnelor, folosind NFSS numai în cazurile în care nu există altă metodă.

Scopul acestor cercetări este bine precizat:

1) stabilizarea pereților găurilor de sondă în dreptul stratelor marnoase instabile;

2) reducerea consumului de sare și de chimicale care pot degrada solul și apele.

BIBLIOGRAFIE

1. Baroid, . Mud technology Handbook. 1968.
2. Boswell, P. The natural moisture-content, voids and compaction of unconsolidated clayey rocks. În: Liverpool and Manchester Geol. Journ., 1, 1954.
3. Burst, F. Postdiagenetic clay mineral enviromental relationships. În: Clays and clay minerals, **2**, Pergamon Press, 1959.
4. * * * Diagenesis at Gulf-Coost clayey sediments and its possible relation to petroleum migration. În: AAPG Bulletin, ian., 1969.
5. Bulian, Djachauschahi. Uber die Temperaturbeständigkeit Salzgesättigten Bohrspüllungen. În: Erdöl-Erdgas Zeitschrift. **85**, mai, 1969.
6. Don Murphy. What factors affect drilling rate Part 2. În: OGJ., **67**, nr. 7, febr. 1969.
7. Dickinson, G. Geological aspects of abnormal reservoir pressures. În: AAPG Bulletin, **57**, 1953.
8. Engelhardt, W. Concentration changes of pore solutions during the compaction of clay sediments. În: Journ. Sed. Petrology, **37**, 1963.
9. Farley, M. Mud additive applied to fight sloughing shale problems. În: World Oil, **164**, nr. 1, ian., 1967.
10. Garrison, A. Dispersion and chemical control. Dispersion of clays and shales by fluid motion. În: Petr. Techn., AIME, nr. 6.
11. Gray, G. Some factors affecting the solidification of lime-treated muds at high temperatures. În: World Oil, mart., 1962.
12. Gordnov, V. Influența conținutului de fază solidă asupra proprietăților fluidelor de foraj. În: Burenie, nr. 11, 1966. Petrol și gaze, nr. 3, 1967.
13. Grim, R. Applied clay mineralogy. New York, Mc Graw-Hill Book Co. Inc., 1962.
14. Kelly, J. Drilling problem shales. Part I. În: OGJ, **66**, nr. 23, iunie, 1968.
15. * * * A new look at troublesome shales. Part 2. În: OGJ, **66**, nr. 24, iunie, 1968.
16. Kerr, P. Clays of deep shale zone. În: AAPG Bulletin, **45**.
17. * * * Les fluides de forage. Institut Français du Petrole, Edition Technip dec. 1968.
18. Lummus, J. Non dispersed polymer mud. A new drilling concept. În: Petroleum Eng., mart., 1968.
19. Manger, G. Porosity and bulk density of sedimentary rocks. În: U.S. Geol. Survey Bull. E., 1963.
20. Morlier, P. Étude expérimentale de la déformation des roches. În: Rev. Inst. Fr. Petrole, oct./noiemb. 1964.
21. Moses, P. Geothermal gradients. În: World Oil, **152**, nr. 6, 1961.
22. Mungan, N. Studies in fractionated montmorillonite suspensions. În: Clays and clay minerals, **13**, 1963.
23. * * * Muddy sediments: some geochemical studies for geologists, engineers and soil scientists. Cambridge, Eng. Hefter and Sons.
24. Norish, K. Low-angle X-ray diffraction studies of the swelling of montmorillonite. În: Clays and clay minerals, **12**, 1963.
25. Olphen Van H. An introduction to clay colloid chemistry. New York, J. Wiley and Sons, iulie, 1963.
26. * * * Compaction of clay sediments in the range of molecular particle distances. În: Clays and clay minerals, **13**, 1963.
27. Perricone, A. Formation clay chemistry. În: Paper SPE **433**, 1962.
28. Powers, M. Adjustement of clays to chemical change and the concept of the equivalence level. În: Clays and clay minerals, **2**, 1959.
29. * * * Fluid release mechanismus in compacting marine mudworks and their importance in oil exploration. În: AAPG-Bulletin, **51**, iulie, 1967.
30. Rudencu, A. Rocile argiloase instabile în foraj. În: Petrol și gaze, nr. 4, 1969.
31. Skempton, A. Notes on the compressibility of clays, Quart. În: Journ. Geol. Soc. V **100**, nr. 397—398, 1944.
32. Thoomes, J. Increasing occurence of abnormally high reservoir pressures in bore holes, and drilling problems resulting thereform. În: AAPG Bull., **45**, 1961.
33. Wade, G. Review of the heaving strate problems in the Gulf-Coast Region. În: U. S. Bureau of Mines, mart. 1962.
34. Weiss, W. A fundamental approcach to well bore stabilization. În: Petroleum Eng., apr. 1958.
35. Weaves, C. The clay petrology of sediments. În: Clays and clay minerals, vol. **2**, 1959.
36. Weller, J. Compaction of sediments. În: AAPG Bull., **43**, 1959.
37. White, W. A. Water sorption characteristics of clay minerals. În: State Geol. Survey Circ., 226, 1958.
38. Williamson, W. The physical relationships between clay and water. În: British Ceramic. Trans. **50**.
39. Yaalon, D. Mineral composition of the average shales. În: Clay Minerals Bull., **5**, 1962.
40. Young, R. Swelling pressures of sodiummontmorillonite at depressed temperatures. În Clays and clay minerals, **13**, 1963.
41. Mandshine, T. C. New technique determines Oil mud salinity needs in shale drilling. În: O G J, **67**, nr. 20 iulie, 1969.

Metodă şi aparat pentru determinarea timpului de început de priză la pastele de ciment

I. Ana

Una dintre etapele cele mai importante în realizarea sondelor de ţiţei şi de gaze o constituie cimentarea lor.

Pentru reuşita cimentărilor, trebuie să se acorde o deosebită atenţie studiului proprietăţilor reologice şi fizico-mecanice ale pastelor de ciment. În acest sens, s-a pus problema elaborării unei noi metode, pentru determinarea precisă a timpului de început de priză la pastele de ciment, în condiţii de temperatură şi de presiune ridicată.

Sînt cunoscute metodele pentru determinarea timpului de început şi de sfîrşit de priză la pastele de ciment, folosind procedeul de perforare a unei probe din pasta de ciment cu ajutorul unor ace [1, 2]. Dezavantajul acestora însă constă, pe de o parte, în faptul că distrug continuitatea pastei prin numeroasele perforări cu acul şi, pe de altă parte, supun proba unor variaţii bruşte de temperatură, deoarece probele se menţin la temperaturi ridicate, iar determinările se execută la temperatura mediului ambiant.

Articolul îşi propune să prezinte rezultatele obţinute prin folosirea unei noi metode de determinare a timpului de început de priză la pastele de ciment, experimentată la I.C.F.E. — Cîmpina [3]. Metoda propusă constă în măsurarea rezistenţei electrice a unei probe din pasta de ciment, la intervale egale de timp. Creşterea bruscă a rezistivităţii electrice, calculate pe baza rezistenţei electrice măsurate, marchează timpul de început de priză al pastei de ciment.

1. Consideraţii teoretice

Conform principiului lui Chatelier [4], începutul de priză se prezintă ca un proces de tranziţie de la un sistem nestabil, cu energie ridicată, la un sistem stabil, cu energie redusă. La adăugarea apei, constituenţii anhidri şi nestabili ai cimentului se hidratează cu degajare de căldură, formînd combinaţii stabile.

În condiţii normale de temperatură şi de presiune, hidratarea cimentului se face în trei stadii, fiecare fiind marcat printr-un efect termic de o anumită intensitate.

În primul stadiu se constată un efect termic important, care trebuie atribuit reacţiei de formare a $Ca(OH)_2$. El este de ordinul 0,4 cal/g de ciment·min şi durează 10—15 min. Acest stadiu se consideră terminat în momentul în care soluţia este suficient de bogată în sulfaţi şi cînd încep să se formeze sulfoaluminaţi, conform reacţiei:

$$3CaO.Al_2O_3 + 3CaSO_4 + 31H_2O = 3CaOAl_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O.$$

În cel de al doilea stadiu se constată o nouă degajare de căldură, datorită hidratării silicaţilor. Hidratarea se atenuează pe măsură ce suprafaţa specifică a granulelor anhidre se micşorează şi rezistenţele cresc ca urmare a formării gelului. Acest stadiu durează 3—10 ore, degajîndu-se 40—50 cal/g.

Al treilea stadiu este determinat de viteza cu care apa liberă, necombinată, difuzează prin porii cimentului, pentru a veni în contact cu granulele de ciment nehidratate. Acesta este stadiul de întărire, care începe atunci cînd transformarea gipsului în sulfoaluminat devine cantitativă.

Prezenţa acestor stadii, în procesul de hidratare a cimentului presupune şi o variaţie a proprietăţilor electrice ale pastei de ciment.

Trebuie adăugat faptul că temperaturile şi presiunile ridicate, care sînt, după cum se ştie, inerente sondelor de mare adîncime, accelerează aceste reacţii şi prin urmare şi procesul de început de priză al pastei de ciment.

2. Partea experimentală

Determinarea timpului de început de priză la pastele de ciment s-a efectuat cu ajutorul unui montaj electric, care constituie, în principiu, o modificare a punţii Wheatstone, folosind în locul curentului continuu un curent alternativ de joasă tensiune (4 V).

Schema de principiu a aparatului utilizat în acest scop este prezentată în figura 1 şi constă

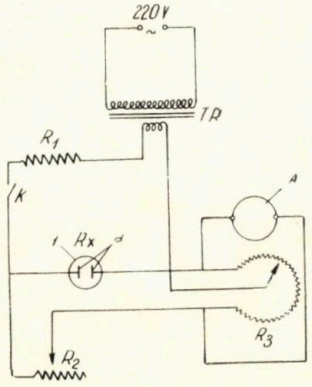


Fig. 1. Schema de principiu a aparatului pentru determinarea timpului de început de priză la pastele de ciment.

dintr-o celulă (fig. 2), care face parte dintr-un circuit electric ce cuprinde o rezistenţă cunoscută R_1, o rezistenţă variabilă R_2 şi un reostat R_3, acestea formînd în ansamblu o punte Wheatstone, modificată pentru curentul alternativ, furnizat de reţeaua de 220 V şi transformat în curent de joasă tensiune printr-un transformator TR. Echilibrarea punţii se face cu ajutorul aparatului de zero, A.

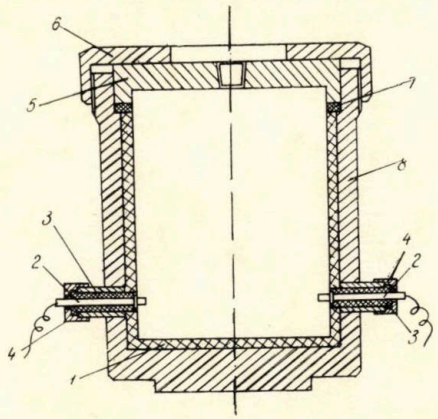


Fig. 2. Schema de principiu a celulei:
1 — celula propriu-zisă (teflon); *2* — electrod (cupru argintat); *3* — bucşă izolantă; *4* — piuliţă specială; *5* — capac; *6* — piuliţă; *7*— garnitură; *8* — manta metalică rezistentă la presiunea de 300 at.

2.1. *Tehnica de lucru*

Pentru determinarea timpului de început de priză al unei paste de ciment, cu noua metodă, se procedează în felul următor:

După efectuarea montajului, conform figurii 1, se conectează la reţea celula conţinînd proba de pastă de ciment, circuitul electric fiind deschis prin întrerupătorul K. Se închide circuitul şi se măsoară rezistenţa Rx a pastei de ciment prin echilibrarea punţii.

Cunoscîndu-se constanta de conductibilitate $\frac{l}{s}$ a celulei [5], se determină rezistivitatea electrică ρ a pastei de ciment, cu ajutorul formulei:

$$\rho = Rx \cdot \frac{S}{l} (\omega \cdot m)$$

Măsurînd rezistenţa Rx a pastei de ciment la intervale egale de timp şi calculînd rezistivitatea ρ corespunzătoare, se trasează diagramele, $\rho = f(t)$, prezentate în figura 3.

Timpul la care se înregistrează o creştere bruscă a rezistivităţii electrice indică timpul de început de priză al pastei de ciment.

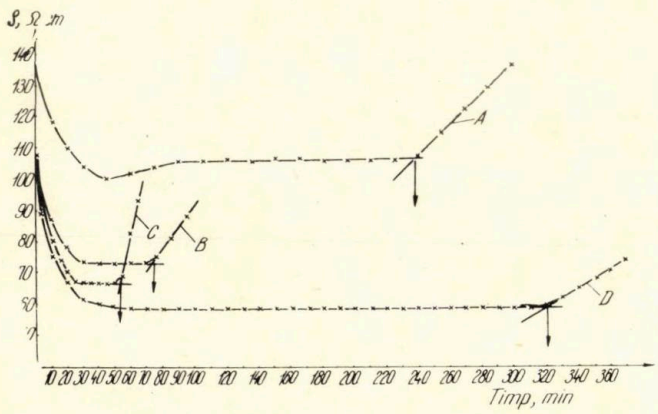


Fig. 3. Variaţia rezistivităţii electrice a pastei de ciment în funcţie de timp.

3. Rezultate experimentale

În determinările efectuate experimental s-au folosit paste de ciment cu aceeaşi compoziţie sau cu compoziţii chimice diferite, la temperatura mediului ambiant sau la temperaturi ridicate. Realizarea temperaturilor ridicate s-a făcut cu ajutorul curentului electric.

Astfel, folosind o pastă cu raportul apă-ciment Fieni de 0,45, la temperatura mediului ambiant, se obţine diagrama A din figura 3, în care timpul de început de priză este de 245 min.

Folosind aceeaşi pastă de ciment, însă la temperatura de 60 °C, se obţine diagrama B din figura 3, în care timpul de început de priză este de 78 min. La temperatura de 90°C se obţine diagrama C din figura 3, în care timpul de început de priză scade la 53 min.

Schimbînd raportul apă-ciment Fieni, de exemplu la valoarea de 0,28, şi introducînd în pasta de ciment diferiţi întîrzietori de priză ca lignanin 22% şi terapia 2,2%, la temperatura de 90°C se obţine diagrama D din figura 3, în care timpul de început de priză este de 319 min.

În determinările efectuate s-au urmărit, pe de o parte, reproductibilitatea rezultatelor obţinute prin metoda electrică, iar pe de altă parte, precizia determinărilor în comparaţie cu metoda existentă, „Acul Vicat".

Datele obţinute prin metoda „Acul Vicat" şi prin metoda electrică sînt prezentate în tabela 1.

În tabelă s-au folosit următoarele notaţii:

$\bar{x}_{el}$ este media determinărilor prin metoda electrică;

$\bar{x}_{AV}$ — media determinărilor prin metoda „Acul Vicat";

S — abaterea standard;

c — abaterea relativă.

Urmărind datele determinărilor electrice din tabela 1 se observă că reproductibilităţile, exprimate prin abaterile relative, sînt situate, în general, între 1 şi 9%.

TABELA 1

Determinări efectuate folosind metoda „Acul Vicat" și metoda electrică

PROBE	Compoziția pastei de ciment	Determinări prin metoda „Acul Vicat"								Determinări prin metoda electrică												
		timpul de început de priză (minute)					$\bar{x}_{AV}$	S	C(%)	timpul de început de priză (minute)							$\bar{x}_{el}$	S	C(%)	$\bar{x}_{el} - S$	$\bar{x}_{el} + S$	$\bar{x}'_{el}$
1	CIMENT FIENI apă/ciment = 0,40 2% $CaCl_2$	105	110	95	105	100	103	5,6	5,5	100	105	95	105	100	98	100	100,4	3,56	3,54	96,84	103,96	99,5
2	CIMENT FIENI apă/ciment = 0,45 temperatură 60°C	75	85	70	80	75	77	5,9	7,64	78	80	75	78	80	75	85	78,7	3,45	4,38	75,25	82,15	78,6
3	CIMENT TIP „G" apă/ciment = 0,40 1% $CaCl_2$	215	210	220	205	215	213	5,7	2,68	214	220	210	215	218	215	—	215,3	3,54	1,65	211,66	218,84	215,5
4	CIMENT FIENI apă/ciment = 0,45 temperatură 90°C	60	55	58	50	50	54,6	4,62	8,45	54	50	55	58	60	50	54	53	4,05	7,68	48,95	57,05	52,6
5	CIMENT FIENI apă/ciment = 0,28 2,2% lignanin + 22% terapia temperatura 90°C	310	315	325	320	315	317	4,54	1,43	319	320	315	320	315	325	—	319	3,75	1,117	315,25	322,75	319,6

Din compararea rezultatelor metodei electrice ($\bar{x}_{el}$) cu cele ale metodei „Acul Vicat" ($\bar{x}_{AV}$) se constată o concordanță satisfăcătoare între valorile obținute, precizia metodei propuse fiind totuși sensibil mai bună.

4. Concluzii

1. Determinarea timpului de început de priză la pastele de ciment, prin metoda electrică descrisă, folosește ca element care marchează începutul de priză punctul ce corespunde schimbării bruște de înclinare a curbei rezistivității electrice a probei respective în funcție de timp.

2. Aplicarea metodei electrice, la determinarea timpului de început de priză la pastele de ciment, prezintă avantajul posibilității efectuării determinărilor la temperatură constantă și menține continuitatea pastei de ciment în tot timpul determinării.

3. Datorită preciziei, a sensibilității ridicate și a reproductibilității, noua metodă poate înlocui cu succes metodele cunoscute.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * Metodă standard pentru determinarea timpului de priză a cimentului hidraulic cu ace Gillmare, ASTM, C 266–64.
2. Saţov, I. ş. a. Forajul sondelor de ţiţei şi gaze, Ed. tehnică, Bucureşti, 1963.
3. Ana, I. Brevet Republica Socialistă România, nr. 51595.
4. Peinado, M. Etude du comportement des ciments dans les sondages. În: Revue de L'Institute Français du Pétrole, iun. 1963.
5. Atanasiu, I. Curs de electrochimie, Ed. tehnică, Bucureşti, 1956.

Acidizarea sondelor folosind soluţii acide de concentraţie mare şi soluţii de acizi combinaţi

C. Moroşanu

Acidizarea formaţiunilor productive are ca scop restabilirea indicelui de productivitate, I. P_1, la valoarea iniţială, I. P_0, a formaţiunii.

Dacă I. $P_1 <$ I.P_0, aceasta înseamnă că formaţiunea a fost imperfect deschisă în timpul forajului sau a fost blocată în timpul exploatării.

Productivitatea unei sonde reprezintă cantitatea de ţiţei pentru o cădere de presiune de 1 atm [1] adică:

$$I.P = \frac{Q}{P},$$

unde:

$$Q = \frac{2\pi KH\Delta P\gamma}{b\mu \ln \frac{R_c}{R_s}}, \text{ iar } \Delta P = P_s - P_f, \text{ (atm)}$$

în care:

Q	este	debitul sondei, t /24 ore;
P_s	—	presiunea de strat, atm;
H	—	grosimea efectivă a stratului, m;
P_f	—	presiunea de fund a sondei, atm;
b	—	factorul de volum al lichidului;
μ	—	viscozitatea lichidului, cP;
R_c	—	raza de contur, m;
R_s	—	raza sondei, m;
γ	—	greutatea specifică a lichidului, kgf/dm³.

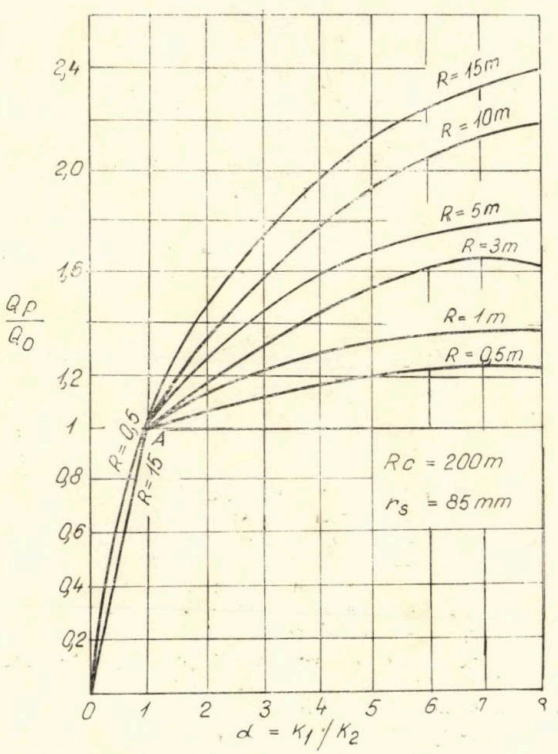


Fig. 1. Relaţia dintre debit şi permeabilitate, pentru diferite raze (R) pe care se observă efectul de creştere a permeabilităţii $R_c = 200$ m; $r_s = 85$ mm.

Principalii factori asupra cărora se poate acţiona pentru mărirea productivităţii sondelor sînt: permeabilitatea stratului, viscozitatea fluidelor din zăcămînt şi presiunea diferenţială de lucru [2].

Pentru dublarea debitului unei sonde este necesar să se mărească permeabilitatea stratului de minimum patru ori, pe o rază în jurul găurii de sondă de 15 m, sau de 5,5 ori, pe o rază de 20 m (fig. 1), pentru un contur de alimentare de 200 m şi o rază a sondei de 85 m. Pentru aceeaşi rază de acţiune în strat, debitul se poate dubla numai pentru o mărime a permeabilităţii de pînă la maximum 20 de ori, după care mărirea permeabilităţii nu mai are influenţă considerabilă asupra debitului.

Dacă se menţine însă permeabilitatea constantă, pentru dublarea debitului este necesar să se micşoreze viscozitatea de 7,4 ori, printr-o creştere de 2,5 ori a temperaturii fluidelor din strat, pe o rază mai mare de 2 m [3], sau de două ori, pe o rază mai mare de 3 m.

Avînd în vedere considerentele menţionate, metodele de mărire a productivităţii sondelor, care se pot utiliza eficient, sînt cele prin care se poate acţiona pe o rază mare în strat. Printre metodele cunoscute şi folosite pot fi citate următoarele: băi acide, perforări speciale, torpedări, folosirea de fluide acide etc.

I. UTILIZAREA SOLUŢIILOR ACIDE

Acidizarea se practică la zăcămintele carbonatate cum sînt: gresiile cu conţinut de carbonaţi, nisipurile consolidate al căror ciment este constituit din carbonaţi de calciu şi magneziu etc. Aceste operaţii au ca efect creşterea porozităţii stratelor, curăţarea şi extinderea fisurilor, curăţarea canalelor de curgere a fluidelor prin mediul poros de depunerile mecanice, anularea efectului pelicular al depunerilor pe pereţii sondei şi din perforaturi etc.

În operaţiile de acidizare, se foloseşte reacţia dintre acid şi rocă. Pentru rocile calcaroase şi dolomitice se foloseşte acidul clorhidric, ale cărui săruri rezultate din reacţie sînt solubile în apă şi se pot elimina uşor din strat.

La rocile constituite din nisipuri sau din gresii cu conţinut de carbonaţi sub 10% şi cu conţinut ridicat de argile, acidizarea cu acid clorhidric nu este eficace. La aceste roci creşterea porozităţii prin dizolvarea carbonaţilor existenţi este anihilată de umflarea argilelor, datorită acidului clorhidric care acţionează asupra cimentului calcaros şi asupra oxizilor de fier şi de aluminiu din rocă. Acidul fluorhidric dizolvă unele elemente componente ale rocii, ca argilele (silicaţii simpli şi dubli de aluminiu) şi nisipul cuarţos.

Tratamentul cu acizi combinaţi: clorhidric şi fluorhidric se aplică formaţiunilor grezoase cu permeabilitatea (K_1) alterată. La aceste formaţiuni $K_1 < K_0$ (K_0 fiind permeabilitatea iniţială a stratului).

În general, s-a constatat din unele studii şi cercetări [4] că 1/4 din grosimea formaţiunii se alterează în timpul exploatării sondelor, datorită depunerii în porii filtrului sondei a particulelor de ciment, de sare şi de silicate, înfundînd formaţiunea productivă în imediata vecinătate a perforaturilor.

În scopul deblocării filtrului şi a îmbunătăţirii valorii lui K_1 se utilizează un amestec de HCl (5—26%) şi de HF (2—10%).

În prezenţa silicei acidul fluorhidric este foarte reactiv. Alţi acizi minerali, cum sînt cel clorhidric, sulfuric sau nitric, nu reacţionează cu majoritatea materialelor silicioase, care sînt cuprinse în formaţiile grezoase sau nisipoase.

Un zăcămînt tipic de gresie poate conţine 50—85% bioxid de siliciu. Acidul flourhidric reacţionează în felul următor [5]:

$$4HF + SiO_2 \rightarrow SiF_4 + 2H_2O,$$

rezultînd tetrafluorura de siliciu (SiF_4), care este un gaz solubil, în contact cu ţiţeiul.

Secţiunile subţiri ale carotelor acidizate arată că reacţia HF cu calcarul sau cu calcita este mai rapidă decît reacţia cu argila sau cu nisipul. Cînd HF reacţionează cu calcita ($CaCO_3$) se precipită fluorura de calciu (CaF_2), reducînd permeabilitatea stratului. Pe de altă parte, *p*H-ul şi presiunea de felul celor întîlnite într-o formaţie supusă unui tratament cu acid, întîrzie formarea CaF_2, astfel încît întreaga problemă a depunerii de CaF_2 în sonde este un subiect de studiu.

Deşi HF şi HCl au o afinitate egală pentru calcit, HCl este mai intens ionizat şi va fi epuizat cu o viteză mai mare decît HF.

Deoarece calcitul este un constituent minor al majorităţii gresiilor şi avînd în vedere cele menţionate, este necesar ca HCl să fie injectat în formaţiune înaintea HF, deoarece primul reacţionează repede cu calcitul şi expune astfel argila din formaţiunea reacţiei selective cu HF. O dată ce calcitul a fost consumat prin reacţie cu HCl, HF se va epuiza în timpul reacţiei cu argila şi cu nisipul.

În condiţiile optime, 158 kg de argilă (noroi de foraj) vor fi dizolvate cu 3 785 l de acid clorhidric, care să conţină 2,1% HF. Totuşi, deoarece o parte din HF poate reacţiona cu calcitul şi cu nisipul în matricea rocii, cantitatea de argilă efectiv dizolvată este o funcţie a locaţiei şi a concentraţiei de argilă.

Argilele naturale, ca illitul şi montmorillonitul, sînt plasate fie interstiţial între granulele de nisip, în canalele de drenaj, fie sub forma unor vinişoare. Dacă argila este depusă uniform în canalele de drenaj, ea poate fi dizolvată de HF. Deşi acidul va ataca atît nisipul cît şi argila, reacţia cu argila este mai rapidă decît cea cu nisipul. Întrucît poate exista o suprafaţă exterioară a nisipului mult mai mare, numai aproximativ jumătate din acid este utilizat pentru atacarea argilei, în timp ce restul reacţionează cu nisipul.

Argila şi acidul trebuie să fie în contact intim înainte ca reacţia să poată avea loc.

Deoarece afluxul creat după acidizare poate fi diminuat prin umflarea argilei din canalele de drenaj, este necesară înlăturarea acestor argile (de obicei, mai puţin de 10% în greutate), pentru a produce creşteri mari ale permeabilităţii.

Atunci cînd se ia în considerare fluxul de acizi într-un zăcămînt este important să se determine existenţa unor canale majore de drenaj. Aceste canale sînt în raport cu distribuţia mărimii porilor în zăcămînt. Efectul dimensiunii porilor asupra distribuţiei fluxului a fost dezbătut în literatura de specialitate. De exemplu, se presupune că o matrice de gresie poate avea distribuţia mărimii porilor aşa cum se arată în tabela 1:

TABELA 1

Diametrul porilor	Volumul porilor, %	Curgerea prin aceşti pori, % din curgerea totală
Mai puţin de 1 micron	60	10
1—2 microni	25	15
2—5 microni	12	30
5 microni şi mai mult	3	45

Din tabela 1 rezultă că 5% din fluid curge prin 15% din rocă. Dacă aceşti pori sînt deschişi, va rezulta o producţie adecvată. Dacă există o deteriorare în aceste zone critice, chiar dacă ele reprezintă numai 15% din rocă, va exista o mare reducere a permeabilităţii, iar productivitatea va fi slabă.

Studiul afluxului de fluid într-o matrice a rocii magazin a constituit un subiect principal de-a lungul a mai multor ani, în cercetările de laborator şi de şantier.

Aplicarea principiilor de curgere a fluidelor într-un proces de acidizare a unei matrice a fost făcută de către Hendrikson, Kurst şi Wieland.

Deteriorarea efectului pelicular este frecvent sursa principală a eşecului de producţie în sondele noi, ca urmare a blocării canalelor de drenaj din zona adiacentă sondei de foraj.

Deteriorarea permeabilităţii naturale este o consecinţă a pătrunderii forţate a noroiului de foraj, a filtrului de ciment, a solidelor şi a fluidelor adăugate în cursul forajului şi a operaţiilor de intervenţie.

În timpul producţiei, deteriorarea efectului pelicular acţionează ca un manşon etanş în jurul găurii de sondă şi reduce viteza afluxului de ţiţei sau de gaze în gaura de sondă.

Deteriorarea provocată de materialele fine şi de argila care apare în mod natural în cuprinsul matricei poate fi, de asemenea, supusă tratării cu HF.

Formînd o peliculă de fluide de injecţie sau din migraţiunea fluidelor şi a solidelor, în cursul producţiei se poate crea, de asemenea, un skin-efect (efect pelicular), care poate fi supus tratării.

Fisurarea hidraulică constituie în unele cazuri un mijloc de învingere a deteriorării efectului pelicular, dar tratarea cu HF oferă o eficienţă sporită cu cheltuielile, în general, reduse.

Restabilirea permeabilităţii la valoarea iniţială sau la o valoare mai mare decît cea iniţială este ilustrată în figura 2.

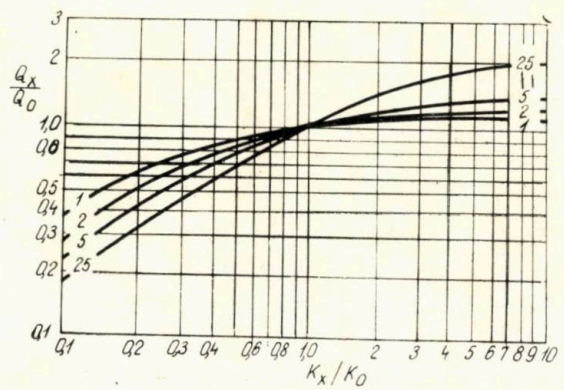


Fig. 2. Efectul variaţiilor de permeabilitate asupra curgerii radiale.

Creşterea producţiei ca urmare a refacerii permeabilităţii stratului se poate calcula cu ajutorul relaţiei:

$$\frac{Q_x}{Q_o} = \frac{\log \frac{r_o}{r_w}}{\frac{K_o}{K_x} \log \frac{r_x}{r_w} + \log \frac{r_o}{r_x}},$$

în care:

Q_x este debitul variabil;
Q_o — debitul în stare iniţială;
r_x — raza de schimbare a permeabilităţii;
r_w — raza găurii de sondă;
K_o — permeabilitatea zăcămîntului;
K_x — permeabilitatea variabilă;
r_o — raza zăcămîntului efectiv.

Efectul de micşorare a permeabilităţii la distanţe crescînde de sondă este arătat în figura 3. Efectul unei astfel de limitări este maxim la sonda de foraj.

Efectul temperaturii. Pentru a determina efectul temperaturii asupra vitezei de reacţie au fost studiate soluţii de HF cu concentraţie variind de la 2,1 la maximum 8,4%.

S-a constatat că viteza de reacţie creşte odată cu temperatura şi cu concentraţia soluţiei. Amplitudinea curbei vitezei

de reacţie care are loc timp de 2 ore la temperatura de 80° F (26,26 °C) este de aproximativ jumătate din valoarea curbei pentru temperatura de 125 °F (51,67 °C).

Similar, creşterea vitezei de reacţie care are loc la temperatura de 175 °F (79,44 °C) este dublă faţă de cea a reacţiei la 125 °F (51,67°C).

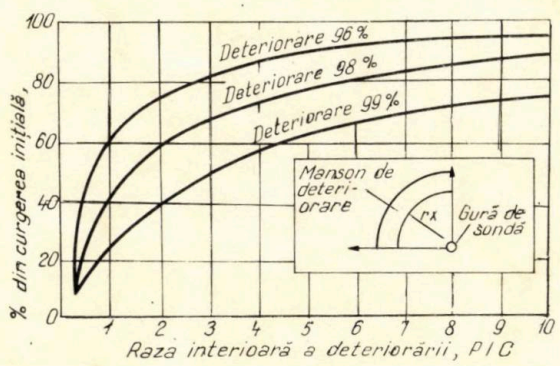


Fig. 3. Efectul de deplasare a manşonului de determinare.

Efectul concentraţiei. Prin ridicarea concentraţiei în HF de la 2,1 la 4,2 %, creşterea vitezei de reacţie este aproximativ dublă, indiferent de temperatură. În tratarea unor formaţii grezoase, concentraţia HF joacă un rol foarte important în creşterea permeabilităţii. Pentru un volum de HF echivalent cu fiecare volum de pori, viteza de reacţie depinde de concentraţia acidului. Pentru o concentraţie de 8%, acidul fluorhidric reacţionează iniţial cu o viteză dublă faţă de cea a unui HF de 4 %.

În schimb, un acid cu o concentraţie de 4% realizează o viteză de reacţie dublă decît un acid cu o concentraţie de 2 %.

Tratările unor formaţiuni cu acizi combinaţi de HCl + HF duc la o mărire a permeabilităţii. Tratarea cea mai reuşită rezultă din reacţia afluxului de acid. Acesta ar fi un indiciu că tratările cu acizi combinaţi necesită un timp redus de „pauză" pentru reacţie.

Efectul produselor gazoase rezultate din acidizarea cu HF pare a nu fi dăunător procesului de reacţie, spre deosebire de reacţia HCl, în care formarea de CO_2 reduce viteza reacţiei.

Depunerea florurii de calciu nu are loc intens. CaF_2, în general, nu este considerată ca o sursă majoră de deteriorare a formaţiunii tratate cu soluţie de HCl de 5 % sau mai puţin.

Tratările stratelor cu soluţii de 15 % HCl în combinaţie cu HF îmbunătăţesc mult permeabilitatea.

Structura fizică a CaF_2 (adică reţeaua sa de cristale) are tendinţe mai slabe de blocare a canalelor de drenaj, decît alte precipitate gelatinoase, cum este Na_2SiF_6.

II. SOLUŢII ACIDE CU CONCENTRAŢII MARI

În practica acidizării stratelor s-a constatat că folosirea acidului clorhidric în concentraţie mai mare de 15 % pentru fisurările hidraulice combinate cu acidizarea rocilor carbonatate determină îmbunătăţirea intensificării afluxului de ţiţei şi gaze. Aceasta datorită unei conductivităţi mai bune în formaţiune şi a unei penetrabilităţi superioare, ca urmare a descreşterii mai rapide a raportului suprafaţă-volum şi a unui volum mărit de CO_2 pe unitate de volum de acid intrat în reacţie.

Analiza vitezelor de reacţie a HCl s-a făcut studiindu-se activitatea ionilor de hidrogen în soluţie. S-a găsit că concentraţia ionică creşte o dată cu concentraţia acidului,valoarea critică fiind pentru acidul cu concentraţia de 24—28 % [6].

Acidizarea sondelor cu acid clorhidric este folosită de multă vreme pentru punerea în producţie şi stimularea sondelor care deschid roci cu un conţinut de carbonat de peste 5—10 %.

În rocile carbonatate, acidizarea reprezintă unul dintre procedeele curente de punere în producţie şi de stimulare a afluxului. De asemenea, acidizările sînt folosite în cazul rocilor carbonatate fisurate pentru deschiderea şi pentru lărgirea fisurilor. Aceasta duce la o reducere a presiunii diferenţiale de lucru la valori atît de mici, încît avansarea apei să se facă în acelaşi ritm, atît în fisuri cît şi în roca propriu-zisă [7].

În tabela 2 sînt redate rezultatele obţinute folosind o soluţie de acid obişnuită (15 % HCl), la cîteva sonde din zăcămintele albiene de la A şi B.

Studiile efectuate au arătat că, în absenţa fisurilor, viteza de reacţie în strat a acidului clorhidric de concentraţie obişnuită este atît de mare, încît acesta devine inert înainte de a ajunge la distanţe care să depăşească cîţiva centimetri.

Pentru a realiza o acidizare cu o rază de pătrundere mai mare, se folosesc diferiţi întîrzietori de reacţie.

Utilizarea acidului de concentraţie mare permite o pătrundere a acidului în formaţia productivă, fără a fi nevoie de utilizarea întîrzietorilor de reacţie.

Utilizarea unui acid clorhidric cu o concentraţie mai mare decît cea normală, de 15 %, sporeşte eficienţa acidizărilor, datorită următoarelor considerente :

— măririi productivităţii şi a injectivităţii, în special în zăcămintele cu saturaţie ridicată în apă, care diluează acidul introdus ;

TABELA 2

Zăcămîntul	Sonda nr.	Date de producţie			
		înainte de acidizare		după acidizare	
		ţiţei, t/zi	impurităţi, %	ţiţei, t/zi	impurităţi, %
A	a	30	47	55	10
	b	8	80	36	20
	c	39	35	42	15
	d	33	20	41	45
B	e	34	21	83	30
	f	54	23	107	25
	g	28	31	110	34
	h	37	30	88	10

— penetrație mărită, datorită unei scăderi rapide a raportului inițial suprafață-volum;

— o producție mai mare de CO_2 pe unitate de volum de acid, care ajută la curățarea sondei;

— penetrație mărită, datorită întîrzierii provocate de concentrația mai mare a acidului și a produselor de reacție.

1. CREȘTEREA PRODUCTIVITĂȚII ȘI A INJECTIVITĂȚII SONDELOR

Eficiența operațiilor de acidizare este în funcție de conductivitatea stratului și de raza de pătrundere a soluției acide în strat [3], aceasta depinzînd de următorii factori:

$$C.F. = 9{,}10^4 \times L^3 \text{ în Darcy metri,}$$

în care:

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot t}{\pi \cdot K \cdot m \cdot} + r_s^2}$$

$C.F.$ este conductivitatea fisurii, D m;
L — lățimea fisurii, cm;
R — raza de pătrundere a soluției acide în strat, m;
Q — debitul de injecție al soluției acide în strat, m^3/h;
t — durata de neutralizare a soluției, h;
h — grosimea stratului, m;
m — porozitatea rocii (fracție zecimală);
r_s — raza sondei, m.

În urmărirea eficienței operațiilor de acidizare, un rol însemnat îl are creșterea conductivității stratului prin dezvoltarea lățimii fisurii, L.

Mărirea lățimii fisurii se realizează la zăcămintele carbonatate prin creșterea concentrației soluției acide și a razei de penetrație a soluției acide în strat.

În cazul prezenței fisurilor, creșterea conductivității acestora depinde de lărgirea fisurilor prin reacția acidului pe fețele acestora. Cu cît mai mult materialul se îndepărtează, cu atît fisura se lărgește mai mult. Conductivitatea fisurii variază cu puterea a treia a lărgimii fisurii, așa cum arată următoarea relație [7]:

în care:

$$C.F. = 9{,}10^4 \cdot L^3,$$

$C.F.$ este conductivitatea fisurii, D. m;
L — lățimea fisurii, cm.

De exemplu, dacă o fisură cu o lățime inițială de 0,0254 cm își dublează lățimea (0,0508 cm), conductivitatea crește de la 1,37 la 10,98 D. m, deci de circa opt ori.

În cazul acidizărilor, fisurile rămîn deschise, datorită unor rugozități a căror prezență reduce întrucîtva valoarea conductivității față de valorile teoretice redate mai sus.

Dacă se întrebuințează o cantitate de soluție acidă egală cu volumul fisurii și se dublează concentrația soluției, prin reacție se dublează și lățimea fisurii față de cazul în care acidizarea s-ar fi făcut cu o soluție acidă de concentrație de două ori mai mică.

Experimentele efectuate au demonstrat că prin dublarea concentrației soluției de acid utilizată, adică crescînd concentrația soluției acide la circa 32%, se mărește conductivitatea formațiunii de circa opt ori, față de cazul utilizării unei soluții acide de concentrație 15%.

În cazul zăcămintelor formate din gresii silicioase-argiloase, mărirea lățimii fisurilor se realizează prin utilizarea acizilor clorhidric și fluorhidric (vezi cap. II).

Calcita fiind un constituent minor al gresiilor, iar HCl fiind mai intens ionizat decît HF, în soluția de acizi combinați se va consuma mai rapid HCl, argila și cuarțul fiind supuse astfel reacției selective cu HF. În acest fel se dizolvă o parte mai mare din rocă și se lățesc mai mult fisurile.

Cantitatea de HF necesară dizolvării argilelor din fiecare tip de rocă (după conținutul mineralogic) se determină cunoscînd faptul că, în condiții optime, 158 kg argilă se pot dizolva cu circa 3 785 l soluție acidă cu 2,1% HF și că o parte din HF se consumă și în reacție cu calcita sau cu cuarțul din rocă.

În unele șantiere, după efectuarea a peste 1 700 de tratamente cu acid clorhidric a sondelor, s-a constatat că cele mai eficiente au fost tratamentele la care înaintea acidului a fost pompată o emulsie de țiței și de acid. Stratul supus tratamentului a avut porozitatea de 3,05—22,4% și permeabilitatea de 0,1—133 mD.

Cercetările de laborator efectuate cu eșantioanele de carbonat de Ca, înainte și după filtrarea emulsiei de țiței și de acid, au dus la următoarele concluzii:

a) după filtrarea emulsiei acide, viteza de curgere a țițeiului crește pînă la de 20 de ori, cu toate că lungimea și greutatea eșantionului se schimbă foarte puțin;

b) repetarea tratamentului nu duce la o creștere a permeabilității;

c) după filtrarea emulsiei acide, s-a constatat la microscop că în masa carotei se formează canale de diametru mic, care nu cresc, chiar dacă se mărește cantitatea de emulsie folosită;

d) în cazul folosirii soluțiilor de acid în apă, se formează canale mari, al căror diametru crește după trecerea unei noi cantități de acid.

După părerea unor autori, explicația acestei diferențe constă în faptul că emulsia de țiței și de acid, în conformitate cu examenele microscopice, este alcătuită din particule de acid dispersate în țiței. Prin presarea acestei particule într-un canal din porii stratului, a cărui secțiune este mai mică decît cea a particulei, aceasta din urmă se rupe și acidul intră în contact direct cu stratul, contribuind la lărgirea canalului. După realizarea unei secțiuni mai mari decît cea a particulei de acid, aceasta nu se mai rupe și fenomenul de lărgire a canalului se termină. În acest mod, prin efectuarea tratamentelor cu emulsie acidă, o cantitate mai mare de HCl intră în contact cu roca și contribuie la lărgirea canalelor stratului decît în cazul tratamentului cu soluție de acid în apă, cînd se produce numai o lărgire a canalelor existente.

2. ADÎNCIMEA DE PĂTRUNDERE A ACIDULUI

Productivitatea depinde nu numai de conductivitatea fisurii, ci și de adîncimea de pătrundere a acidului în rocă.

Adîncimea de pătrundere a soluției acide depinde de:

a. *Raportul între suprafață și volum.* Cu cît suprafața rocii, respectiv volumul fisurii în contact cu acidul, este mai mare, cu atît acidul se va consuma mai repede.

De exemplu, pentru o fisură de 0,0254 cm lățime, suprafața rocii în contact cu acidul, exprimată în raport cu un litru de soluție acidă conținută în fisură, va fi de 0,784 m^3/l. soluție acidă, în timp ce pentru o fisură de 0,25 cm lățime rezultă 0,078 m^2/l.

Exemplul demonstrează că acidul se va consuma de zece ori mai repede într-o fisură cu o lățime de 0,0254 cm față de o fisură de zece ori mai largă.

Prin urmare, cu cît sînt mai largi canalele sau fisurile, cu atît este mai înceată reacția acidului cu roca și cu atît mai adînc pătrunde acidul în strat înainte de a se consuma.

O soluție concentrată de acid clorhidric (28%) va pătrunde mai adînc în strat decît cea de 15%, întrucît, pe de o parte, fiecare litru de soluție conține de două ori mai mult acid clorhidric, iar, pe de altă parte, canalele se lărgesc mai repede, reducînd raportul suprafață-volum de fisură.

Aceasta prelungește timpul în care se consumă acidul din soluție și asigură o pătrundere mai adîncă a acestuia în strat înainte de a se consuma.

b. *Viteza de reacție* joacă un rol important în dizolvarea volumului de rocă și depinde de următorii factori:

— presiunea;
— temperatura;
— viteza de curgere a soluției;
— compoziția minerologică a rocii:
— felul acidului;
— concentrația acidului;
— produșii de reacție.

Studierea în laborator a vitezei de reacție în funcție de concentrație, pentru o anumită viteză de curgere, temperatură și presiune, a arătat că viteza de reacție crește o dată cu

concentrația acidului clorhidric, atingînd un maxim în intervalul de concentrație de 24—25%, după care descreşte (fig. 4).

Aşa cum rezultă din examinarea figurii 4, viteza de reacție a unei soluții acide cu o concentrație inițială de 15% este de aproape două ori mai mare decît cea a unei soluții echiva-

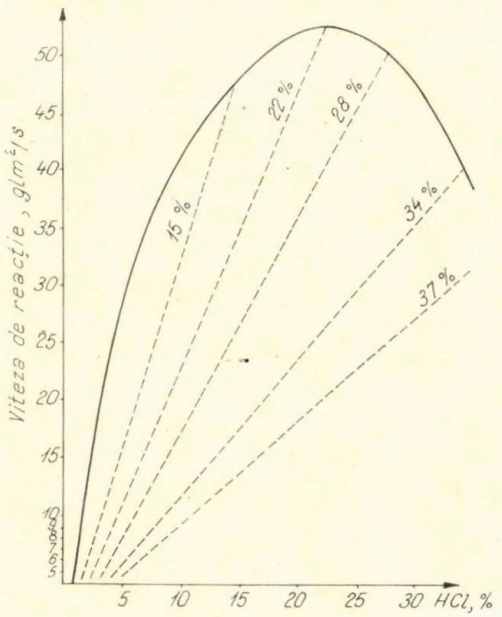


Fig. 4. Variația vitezei de reacție, în funcție de concentrația soluțiilor de acid clorhidric.

lente, cu o concentrație tot de 15%, rezultată prin consumarea acidului din soluția acidă cu o concentrație inițială de 28%.

Prin urmare, cu cît este mai mare concentrația inițială a soluției acide, cu atît mai mică viteza de reacție atunci cînd aceasta s-a consumat parțial. Această reducere a vitezei de reacție a acidului este provocată de o creştere a concentrației ionilor din produşii de reacție care intră în soluție, pe măsură ce se consumă acidul dintr-o soluție mai concentrată.

Pentru aceeaşi cantitate de HCl, în soluții de diferite concentrații, acidul din soluția concentrată (28%) se va consuma într-un timp de 2,5 ori mai lung decît acidul din soluția cu concentrația redusă (15%), timpul de consum putînd să crească pînă la cinci ori prin utilizarea unui acid concentrat, respectiv acidul activ va pătrunde mai adînc în strat.

3. PRODUŞII DE REACȚIE

Reacția dintre acidul clorhidric şi calcar are loc conform ecuației :

$$2HCl + CaCO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 + CaCl_2.$$

Produşii importanți în această reacție sînt CO_2 şi $CaCl_2$. La un volum inițial egal de soluție acidă, o soluție de 28% HCl formează o cantitate dublă de produşi de reacție în comparație cu cea rezultată în urma unei acidizări în care s-a folosit o soluție cu o concentrație de 15% HCl.

Prezența unei cantități mai mari de CO_2 permite o curățare mai bună a sondei, deoarece solubilitatea CO_2 este mai mică în produşii de reacție ai unei soluții de acid cu concentrația inițială mai mare. Expandarea CO_2 prin solubilizare în țiței, reduce viscozitatea acestuia, mai ales în cazul țițeiurilor cu viscozitate mare. De exemplu, viscozitatea unui țiței se reduce de la 420 la 20 cP, prin adăugarea a 107 Nm^3 de CO_2/m^3 țiței. Această cantitate de CO_2 poate fi produsă de 0,16 m^3 de soluție de 28% HCl [7].

Prezența cantităților mari de CO_2 în strat întîrzie într-o oarecare măsură viteza de reacție a HCl cu calcarele sau cu dolomitele, deci duce la o pătrundere mai adîncă în strat a acidului.

În ceea ce priveşte $CaCl_2$ produsă în timpul reacției, aceasta determină o mărire a viscozității soluției de acid, ceea ce asigură proprietăți mai bune de menținere în suspensie a particulelor solide fine, provocate de acțiunea acidului, şi uşurează îndepărtarea lor din formație.

Pentru soluțiile de acid cu concentrație mare, solubilitatea $CaCl_2$ este mai mare decît cantitatea ce se formează prin reacție şi, din acest motiv, la temperaturi obişnuite nu se produc precipitări de săruri în strat. În caz contrar, particulele de noroi de foraj şi cele silicioase nu vor putea fi evacuate. Precipitarea clorurii de calciu din soluție nu se produce la temperaturi ale fluidului mai scăzute de 21°C.

4. COROZIUNEA SOLUȚIEI DE ACID CU CONCENTRAȚIE MARE

Principala problemă ridicată de folosirea soluțiilor de acid cu concentrație mare este necesitatea de a proteja echipamentul de fund împotriva coroziunii.

În ultimul timp, în S. U. A., au fost elaborați inhibitori care dau posibilitatea unei protecții a echipamentului pînă la temperatura de 108 °C [8]. Acești inhibitori duc la o reducere a vitezei de coroziune cu 96%, pentru o soluție de 28% HCl, la o temperatură de circa 75 °C.

Comparativ cu unii inhibitori folosiți în străinătate rezultate acceptabile s-au obținut prin utilizarea inhibitorului indigen ,,Kapur'' într-o concentrație mai mare de 60 g/l, respectiv 60 kg/m^3 de soluție acidă în concentrație de 32%.

Viteza de coroziune are valori apropiate de cea care are loc în cazul acidizărilor obişnuite cu soluție acidă de 15%, inhibată cu 2% aldehidă formică şi care este considerată acceptabilă.

Pentru reducerea în şi mai mare măsură a efectului coroziunii, se recomandă ca operația să nu dureze mai mult de 2 ore.

Cercetarea efectului coroziunii asupra echipamentului de fund se face prin introducerea unor probe-martor la sabot, în timpul operațiilor de acidizare, sau în sorbul pompei, după tratamentul sondei, în timpul exploatării.

III. ACIDIZAREA FORMAȚIUNILOR CU TEMPERATURI RIDICATE

Problema inhibării acizilor concentrați în scopul evitării coroziunii echipamentului de fund devine foarte importantă pentru sondele cu temperatură ridicată.

Aşa cum s-a amintit (Cap. III), o concentrație mărită a inhibitorilor uzuali este suficientă pentru sondele cu temperatură de fund normală.

Pentru sondele cu temperaturi de fund ridicate sînt necesare cercetări pentru determinarea inhibitorului corespunzător concentrațiilor mărite de acid.

În cazul în care temperatura de zăcămînt a depăşit 85°C, se recomandă efectuarea în prealabil a unei circulații — tubing — coloană, urmată de o injecție de apă în formația productivă, pînă la reducerea temperaturii la talpa sondei sub 80 — 90°C.

Pentru a face față unor astfel de cazuri, s-a utilizat următorul mod de lucru :

— efectuarea unei spălări premergătoare, suficiente pentru a răci formațiunea, în aşa fel, încît temperatura acidului injectat să rămînă sub temperatura critică ;

— injectarea acidului în zăcămînt să se facă cu debite mari, pentru ca operația să nu decurgă mai mult de două ore.

Dacă se execută o circulație tubing-coloană cu un lichid rece, are loc un transfer de căldură din formațiunea la lichidul circulat.

Pentru a calcula temperatura pe care o va avea lichidul circulat la o anumită adîncime, la un moment dat, se aplică relațiile [10, 11, 12] :

$$A)\quad T(z,t) = a \cdot Z + b - aA + (T_0 + aA - b)e^{Z/A},$$

în care:

$T(Z, t)$ este temperatura în gaura sondei la adîncimea Z metri şi la timpul t, în ore, după începerea pompării lichidului;

a — gradientul geometric, °C/m;
b — temperatura formaţiunii la gura sondei, °C;
T_0 — temperatura lichidului circulat, la gura sondei, °C;

$$A = \frac{W \cdot c \cdot f(\bar{t})}{2\pi\lambda},$$

în care:

W este debitul lichidului injectat, dm³/h;
C — căldura specifică a lichidului, kcal/kgf — °C;
λ — conductivitatea termică a formaţiunii, kcal/h — m — °C;
$f(t)$ — funcţia de timp, care caracterizează transferul de căldură, (în care $f(\bar{t}) = f\left(\frac{\alpha t}{r^2}\right)$;
α — difuzivitatea termică a formaţiunii, m²/h;
t — timpul de la începerea circulaţiei, h;
r — raza găurii de sondă, m.

Valorile lui $f(\bar{t})$ pentru diferite valori ale expresiei $\bar{t} = \frac{\alpha t}{r^2}$ sînt date în tabela 3 [10, 11, 12]:

TABELA 3

$\frac{\alpha t}{r^2}$	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0
$f(\bar{t})$	0,455	0,59	0,81	1,02	1,25	1,59	1,88	2,17

În figura 5 liniile pline reprezintă relaţia dintre scăderea temperaturii de fund ΔT şi timpul de pompare (t) a lichidului, curba *1* pentru un debit de pompare de 70 m³/h, iar curba *2* pentru un debit de 30 m³/h.

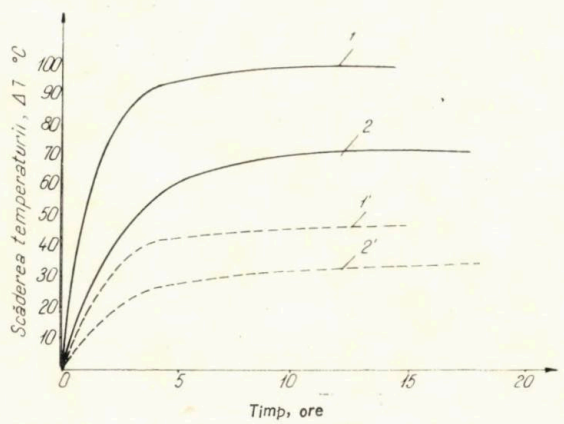


Fig. 5. Variaţia scăderii temperaturii în sonde la circulaţia apei pentru adîncimea de 2 700 m. Debit de pompare:

1 — W = 70m³/h — calculat; *1'* — W = 70 m³/h — măsurat; *2* — W = 30 m³/h — calculat; *2'* — W — 30 m³/h — măsurat; — injecţie de apă; — — circulaţie de apă; H = 2 700 m (adîncimea); α = 0,05°C (gradient geotermic); T_f = 141°C (temperatura de fund).

Curbele reprezintă rezultatele de calcul obţinute prin aplicarea ecuaţiei A pentru parametrii următori (valabil pentru sectorul C):

Z 2 700, m;
b — 10°C;
a — 0,05 °C/m;
W — 70 m³/h, respectiv 30 m³/h;
T_o — 24°C;
C — 1,00 kcal/kgf, (°C) pentru apă;
λ — 2,08 kcal/h—m, (°C);
α — 0,00372 m²/h;
r — 0,12 m.

Curbele rezultate din aplicarea ecuaţiei (A) sînt valabile pentru injecţia de apă în strat.

Deoarece valorile admise în calcul pentru conductivitatea şi pentru difuzivitatea termică a formaţiunii sînt valori medii care diferă de la caz la caz, vor exista diferenţe între valorile corespunzătoare ale celor două curbe.

În figurile 6,7 şi 8 s-au prezentat curbele de scădere a temperaturii de fund, în funcţie de durata pompării pentru debitele de pompare de 20,30, 60 şi 100 m³/h, pentru adîncimile de 2 500, 2 000 şi 1 500 m.

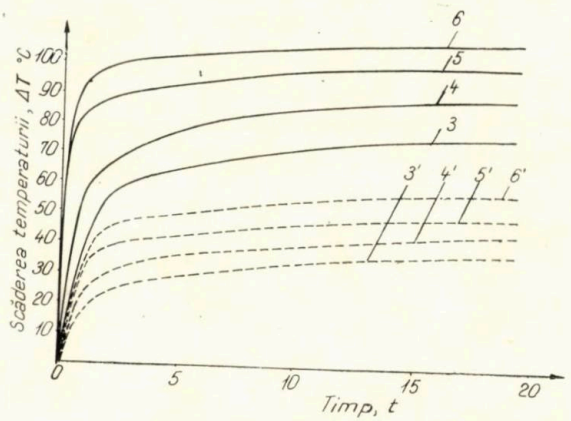


Fig. 6. Scăderea temperaturii de fund a circulaţia şi la injecţia apei în sondă. Debit de pompare:

3,3' — W = 20 m³/h; *4,4'* — W = 30 m³/h; *5,5'* — W = 60 m³/h; *6,6'* — W = 100 m³/h; — injecţie de apă; — — — circulaţie de apă; H = 2 500, m (adîncimea); α = 0,05°C (gradient geotermic); T_f = 135°C (temperatura de fund)

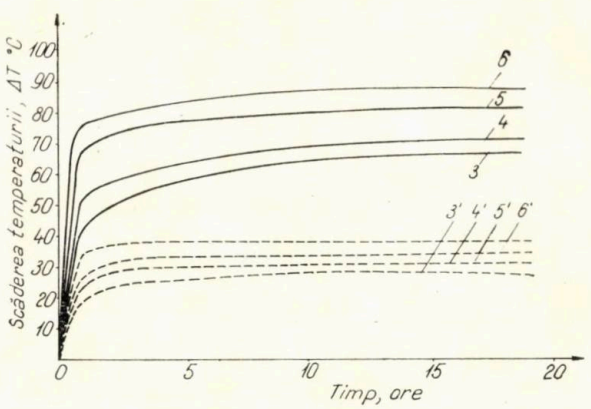


Fig. 7. Scăderea temperaturii de fund la circulaţia şi la injecţia apei în sondă. Debit de pompare:

3,3' — W = 20m³/h; *4,4'* — W = 30m³/h; *5,5'* — W = 60m³/h; *6,6'* — W = 100 m³/h; — injecţie de apă; — — — circulaţie de apă; H = 2000m (adîncime); α = 0,05°C,m (gradient geotermic); T_f = 110°C (temperatura de fund).

Din alura curbelor rezultă următoarele [12]:

a) scăderea temperaturii de fund ΔT este proporţională cu debitul de pompare, cu adîncimea sondei, respectiv direct proporţională cu temperatura de talpă a sondei;

b) scăderea temperaturii formaţiunii este în funcţie directă de durata pompării, dar ritmul de creştere devine cu timpul din ce în ce mai lent astfel la un moment dat continuarea nu mai are, practic, nici un efect. Acest moment se produce, aşa cum rezultă din figurile 6—8, cu atît mai tîrziu, cu cît adîncimea este mai mare şi cu cît debitul de pompare este mai mic.

Pentru sondele din zăcămînl C, circulaţia cu 70 m³/h îşi pierde efectul de răcire după circa 7 ore (fig. 5), iar la o sondă de 1 500 m (fig. 8) circulaţia cu 120 m³/h îşi pierde efectul de răcire după circa 4 ore.

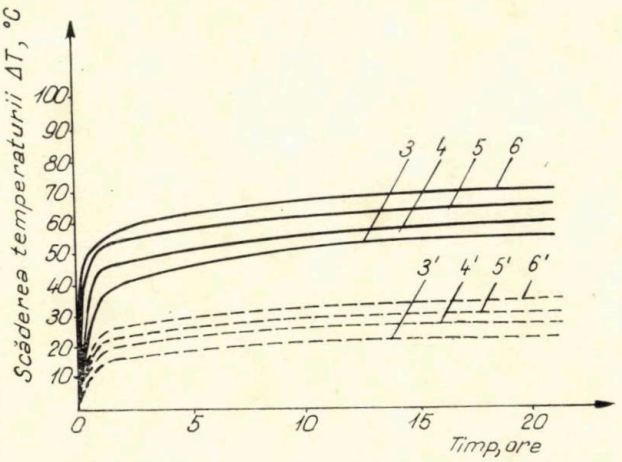


Fig. 8. Scăderea temperaturii de fund la circulaţia şi la injecţia apei în sonde. Debit de pompare:
3,3' – W = 20m³/h; *4,4' – W* = 30m³/h; *5,5' – W* = 60m³/h; *6,6' – W* = 100m³/h; —— injecţie de apă; – – – circulaţie de apă.

IV. TEHNICA DE EFECTUARE A OPERAŢIILOR DE ACIDIZARE

Tehnica de efectuare a operaţiei nu diferă cu nimic de cea folosită curent la acidizările obişnuite cu soluţii acide cu concentraţie de 15%, însă se va ţine seama de următoarele recomandări:

a) în cazul în care se urmăreşte să se obţină o penetraţie mare a acidului din formaţiune, ar fi necesar ca presiunea de injecţie a soluţiei acide să fie mai mare decît presiunea de fisurare a formaţiunii, adică:

$$P.\ inj. > P.\ fis.$$

Dar acest lucru va duce la o pompare a soluţiei acide prea adînc în formaţiune, ceea ce nu este necesar, deoarece reacţia dintre soluţie şi rocă trebuie să se facă la peretele formaţiunii de lîngă gaura de sondă;

b) nu este recomandabilă ţinerea sondei închise după terminarea injecţiei (pauză de reacţie); ea trebuie deschisă imediat, pentru a înlătura pericolul depunerilor particulelor solide rezultate din reacţia soluţie-rocă;

c) prin menţinerea soluţiei într-o continuă mişcare, se reduce în acelaşi timp riscul formării unor reacţii secundare, în formaţiunea productivă.

Pentru efectuarea acidizărilor în formaţiunile cu temperaturi ridicate, se va ţine seama de următoarele recomandări:

— şirul ţevilor de extracţie se va fixa cu 2—3 m deasupra bazei perforaturilor;

— după o pauză de 3—4 zile de la fixarea sabotului, va fi efectuată o diagramă de fund cu înregistrarea temperaturii din 500 în 500 m, cu staţii de 15′ şi de circa 1 oră, în dreptul stratului productiv, cu termometrul maximal;

— se va măsura presiunea statică de fund a formaţiunii productive;

— se va răci formaţiunea, cu apă injectată pe coloană la presiunea maximă admisibilă a coloanei sau pe tubing, dacă există pericolul de pierdere a circulaţiei în strat.

Debitul de circulaţie trebuie să fie de 80 — 120 m³/h, în funcţie de aceasta stabilindu-se numărul necesar de agregate de pompare. Se vor prevedea 1—2 agregate de rezervă pentru înlocuirea urgentă a celor care se vor defecta în cursul operaţiei şi 1 — 2 agregate pentru pregătirea soluţiilor;

— circulaţia apei de răcire se va face prin legături duble de refulare şi de ieşire la batalul de rezervă. Liniile de ieşire a apei la batal vor fi dotate cu teci pentru termometre, în scopul măsurării temperaturii fluidului;

— batalul de răcire trebuie să aibă o capacitate de 3 — 5 ori mai mare decît debitul orar de apă circulat;

— momentul terminării circulaţiei cu apă pentru răcirea formaţiunii şi al începerii operaţiei de acidizare este marcat prin măsurările executate cu termometrul cu înregistrare continuă şi cu termometrul maximal. Introducerea şi extragerea termometrului maximal se vor face de 2—3 ori în timpul circulaţiei pînă la 1 — 2 m sub sabot, micşorîndu-se debitul de apă, pentru a nu se rupe cablul de lansare, la circa 25 m³/h, timp de 20 — 30′;

— dacă temperatura a scăzut la 90°C, se poate proceda la acidizare; dacă temperatura este mai mare, se va injecta apă în strat pînă cînd temperatura formaţiei scade la valoarea de mai sus.

Operaţia de acidizare se face în cinci etape:

1. prespălarea formaţiei cu un volum de 0,7 m³/m² soluţie, conţinînd 3 — 5% HCl şi 0,5% RAG —27;

2. acidizarea propriu-zisă a formaţiei productive;

3. postspălarea formaţiunii productive cu circa 0,3 m³/m² de soluţie alcătuită din motorină cu 2% HCl, volum cu care se împinge întreaga soluţie de HCl în strat;

4. spălarea intensă a sondei cu apă injectată pe coloană, pentru eliminarea completă a HCl (cu circa trei volume de coloane), în scopul îndepărtării efectului de coroziune a echipamentului de fund;

5. drenarea sondei foarte intens.

V. APRECIERA EFECTULUI ACIDIZĂRII

Aprecierea efectului operaţiei de acidizare, în scopul stimulării afluxului, nu poate fi stabilit decît pe baza indicilor de productivitate înainte şi după operaţie. Pentru aceasta este necesară măsurarea presiunilor dinamice şi statice la toate sondele, înainte şi după efectuarea acestor operaţii.

Aprecierea efectului operaţiei numai după plusul de producţie obţinut este de multe ori eronată, întrucît fără măsurări de presiune nu se poate stabili regimul tehnologic al sondei, care să conducă la obţinerea plusurilor de producţie corespunzătoare eficienţei operaţiei de acidizare.

În anul 1968 şi în primele 11 luni ale anului 1969, în cadrul unui grup industrial s-au executat 15 operaţii, respectiv 17 lucrări de intensificare a afluxului de ţiţei prin acidizări cu acizi combinaţi, cu acizi de concentraţie ridicată în formaţiile productive cu temperatura zăcămintelor sub 80°C, şi trei operaţii de acidizare a unor sonde cu temperatura de talpă de 130 — 140°C.

Plusul de producţie rezultat din cele 32 de lucrări enumerate s-a cifrat la 7 830 t ţiţei, în anul 1968, şi la 5 157 t, în primele 11 luni ale anului 1969.

Efectele acidizărilor, executate în formaţiunile cu temperatură ridicată la sondele a, b şi c din zăcămîntul C, au fost în toate cazurile pozitive, în sensul că în urma acidizării lor, s-a mărit simţitor afluxul de fluide (ţiţei, apă din strat). Astfel, după acidizare, sonda c a pornit în erupţie de apă (deşi avea lipsă de aflux, nivelul dinamic fiind de circa 1 800—2 000 m), iar sondele a şi b au fost puse în producţie cu debite industriale de ţiţei.

Sonda a a produs timp de 3 luni, cu un debit de 3 t/zi (cu circa 80% impurităţi), după care a fost retrasă pentru inventariere, iar sonda b a pornit în erupţie după operaţia de acidizare (deşi nivelul ei dinamic înainte de operaţia de acidizare era de circa 2 000 m), cu un debit iniţial de circa 50 — 80 t/zi (11 — 24. VII. 1968). În pompaj produce circa 7 — 10 t ţiţei/zi.

TABELA 4

PLUSUL DE PRODUCȚIE OBȚINUT CA EFECT AL OPERAȚIILOR DE ACIDIZARE EXECUTATE ÎN ANII 1968–1969 ÎN CADRUL UNUI GRUP INDUSTRIAL

Schela	Zăcământ	Formațiunea productivă	Numărul operațiilor și plusul de producție obținut, t țiței				Total		Temperatura formațiunii productive
			anul 1968		anul 1969		operații efect.	plus producție, t	
			nr. operații	+ Q t	nr. operații	+ Q t			
I	D	albian	2	1 100	5	707	7	1 807	75–80°C
		albian	5	3 000	4	360	9	3 360	
		sarmațian	—	—	1	—	1	—	
Total			7	4 100	10	1 067	17	5 167	
II	A	albian	5	1 730	1	1 180	6	2 910	75–80°C
		albian	—	—	2	2 910	2	2 910	
Total			5	1 730	3	4 090	8	5 820	
III	B	albian	—	—	3	—	3	—	75–80°C
		sarmațian	—	—	1	—	1	—	
Total					4		4		
IV	C	triasic	3	2 000	—	—	3	2 000	
Total Grup industrial			15	7 830	17	5 157	32	12 987	

BIBLIOGRAFIE

1. Birch, F. The prezent State of Geothermal Investigations. În: Geophysics **19**, nr. 4, 1959, p. 645 — 659.
2. * * * Studiul posibilităților de aplicare a metodelor de mărire a productivității la sondele de mare adîncime. Tema I. C. F. E. Cîmpina P. — 18.29 1/1967, p. 33–49.
3. Edwardson, M. I. Calculation of Formation Temperature Disturbance caused by Mud Circulation. În: J. Petrol. Technol. april. 1962, p. 416 — 426.
4. * * * Din expunerea făcută de Alfred Hentz — Ingenieur, Compagnie des Services Dowell Schlumberger (în ziua de 11 — 13. VI. 1968, la D.G.F.E.T.).
5. Smith, C. F. și Hendrickson, A. L. Stimularea formațiilor de gresie cu acid fluorhidric. În J. Petrol Tehnol. nr. 2, febr. 1965, p. 215–222.
6. * * * Progrese în exploatarea petrolului. I. D. T., nr. 2/1967.
7. Harris, O. E., Crowel, C. V,. Denis. R. W. Tratarea cu acizi concentrați a zăcămintelor în carbonați este rentabilă. În: World Oil, **163**, nr. 7, dec. 1966, p. 76–80.
8. Miscenkov, I. S., Putilov, M. P. Mărirea capacităților tratamentelor sondelor cu acid clorhidric. În: Nefteanoe Hozeaistvo nr. 4, april. 1967, p. 44 — 46.
9. Match, M., Moroșanu, C., Constantinescu, M., Alexandrescu, M. Referat privind rezultatele acidizărilor speciale executate în anul 1968 în schelele Trustului Extracție-București, tema ICFE T. 18. 21. I, 1968.
10. Ramey, H. I. jr. Acidizarea sondelor adînci. În: J. Petrol. Tehnol. april. 1967.
11. Match, M. Îndreptar pentru executarea acidizărilor în formații cu temperaturi ridicate. Lucrarea ICFE, Filiala București, 1969, anexa 3, Tema ICFE, 1821, I, 1968.

Unele consideraţii asupra alterării uleiurilor de motoare

M. Ilisei, T. Săndulescu şi
I. Petre

Ungerea motoarelor constituie unul dintre capitolele cele mai dezbătute ale lubrifierii, datorită complexităţii fenomenelor fizico-chimice ce au loc în circuitul uleiului de carter în timpul serviciului.

După cum se ştie, uleiul de motoare trebuie să îndeplinească următoarele roluri principale :

— ungerea pieselor în mişcare, reducînd frecările ;

— etanşarea în zona piston-segment-cilindru ;

— transportul rapid al căldurii rezultate din combustie şi din frecare şi cedarea ei mediului de răcire ;

— transportul impurităţilor insolubile în ulei, apărute în sistemul de ungere, şi îndepărtarea lor prin filtrare.

Îndeplinind aceste roluri esenţiale, uleiul trebuie să asigure o funcţionare normală şi cu uzuri minime ale motorului într-o perioadă de timp cît mai lungă.

Pentru satisfacerea necesităţilor ungerii, uleiul trebuie să se caracterizeze prin anumite însuşiri fizico-chimice printre care cele mai importante sînt cele reologice, cele legate de rezistenţa la oxidare şi cele detergente-dispersante.

Formarea unui film rezistent de ulei între suprafeţele de frecare şi realizarea etanşeităţii între camera de ardere şi carter sînt asigurate prin caracteristicile de viscozitate, potrivit alese, ale uleiului. Aceste caracteristici se modifică însă în timpul serviciului, datorită transformărilor chimice suferite de ulei şi contaminării acestuia cu combustibil. Pe de o parte, uleiul suferă o creştere a viscozităţii, ca urmare a impurificării lui cu produşi de oxidare, de polimerizare şi de ardere, solubili şi insolubili ; pe de altă parte, are loc o micşorare a viscozităţii uleiului, datorită diluării lui cu combustibil pătruns în carter din camera de ardere.

Deci, uleiul de motor nu poate fi apreciat calitativ numai reologic, fără a se ţine seama de rezistenţa lui la oxidare şi de variaţia viscozităţii în cursul serviciului, în funcţie de însuşirile lui de stabilitate chimică.

Păstrarea în stare curată a motorului în timpul funcţionării este o condiţie esenţială pentru asigurarea fluxului de ulei spre locurile de ungere şi pentru menţinerea unui transfer normal al căldurii pe suprafeţele de contact metal/ulei. Depunerile de lac şi de cărbune pot provoca blocarea segmenţilor, ceea ce are drept urmare nu numai scăderea randamentului motorului prin lipsă de etanşeitate între camera de ardere şi carter, dar şi degradarea foarte rapidă a uleiului din carter. De asemenea, depunerile pot duce la înfundări ale canalelor de ungere şi deci la frecări uscate şi la gripaje.

Produşii acizi, proveniţi din arderea combustibilului sau din oxidarea uleiului, provoacă efecte de uzură prin coroziune.

După cum se poate constata, alterarea uleiului de motor este în legătură directă cu rezistenţa lui la oxidare şi cu apariţia în sistemul de ungere a impurităţilor solubile şi insolubile. Prelungirea timpului de funcţionare în bune condiţii a uleiurilor de motoare, deci mărirea perioadei de alterare şi de înlocuire a acestora, se realizează prin aditivări potrivite, adică prin introducerea în uleiuri a unor substanţe care ameliorează anumite însuşiri ale acestora. Astfel de aditivări au ca scop, printre altele, mărirea rezistenţei uleiului la oxidare, asigurarea de însuşiri neutralizante faţă de acizi şi imprimarea de calităţi detergente dispersante, pentru a putea menţine în suspensie impurităţile insolubile.

Mărirea rezistenţei la oxidare a uleiurilor de motoare se obţine, în general, prin adaosuri de alchilditiofosfaţi de zinc, care au însuşiri antioxidante şi antiuzură, acestea din urmă avînd importanţă îndeosebi în cuplul de frecare camă-tachet.

Aditivarea detergentă-dispersantă şi alcalină completează necesităţile de calitate ale uleiurilor de motoare, făcîndu-le să reziste unor condiţii variate de serviciu, pînă la cele mai severe, în funcţie de solicitările mecanice şi termice ale motorului şi de calitatea combustibilului.

Trebuie să se facă deosebire între capacitatea dispersantă actuală şi cea potenţială a uleiurilor aditivate de motoare. Însuşiri dispersante actuale pot fi obţinute la un nivel ridicat chiar cu cantităţi mici de aditiv, care pot fi însă distruse foarte repede în timpul serviciului. Efectul maxim de dispersanţă este atins pentru o anumită concentraţie a aditivului. Peste această limită, aditivul nu ameliorează efectul dispersant, dar, în schimb, prelungeşte durata utilă în serviciu a uleiului [1].

Mecanismul prin care se distruge capacitatea detergentă-dispersantă a uleiului în timpul serviciului este de natură complexă. Aşa cum s-a arătat, uleiul se încarcă cu cărbunele şi cu

funinginea provenite din arderea incompletă a combustibilului şi chiar a uleiului însuşi pătruns în camera de ardere. Aditivul detergent-dispersant se adsoarbe treptat pe particulele de cărbune, pe măsură ce aceastea apar, menţinîndu-le în suspensie. Pe de altă parte, uleiul se impurifică cu produşii de oxidare şi de polimerizare ai combustibilului şi ai lubrifiantului [2, 3]. La temperatura ridicată din zona piston-segment şi sub influenţa catalitică a metalelor motorului, hidrocarburile uleiului se oxidează în oxiacizi, care polimerizează formînd răşini insolubile pe suprafeţele fierbinţi ale motorului. Acizii cu sulf, rezultaţi din arderea combustibilului, reacţionează cu uleiul pentru a da compuşi capabili să formeze depuneri şi, în acelaşi timp, atacă metalul, provocînd uzuri corosive. Alcalinitatea prezentă în ulei, datorită aditivului alcalin şi sau aditivului detergent-dispersant el însuşi, acţionează neutralizant împotriva acestor efecte chimice.

Capacitatea detergentă-dispersantă a uleiului scade aşadar treptat, în timpul serviciului, atît datorită reţinerii prin adsorbţie a aditivului detergent-dispersant pe cărbune, cît şi datorită degradării chimice a acestuia prin reacţiile cu acizii organici şi minerali ce apar în ulei.

În funcţie de caracteristicile constructive ale motorului, care determină regimuri de lucru specifice, acelaşi ulei se poate altera în mod diferit pe motoare diferite, predominînd fie reţinerea dispersantului prin adsorbţie pe cărbune, fie degradarea chimică — aceasta din urmă fiind în legătură îndeosebi cu regimul termic al motorului.

A devenit uzual, în timpul din urmă, ca în cazul unor motoare cu regim termic sever să se folosească uleiuri Seria 3, chiar atunci cînd aceste motoare sînt alimentate cu combustibili avînd un conţinut mic de sulf, deoarece uleiurile cu un grad mai mic de aditivare nu pot evita, în aceste condiţii de serviciu, depunerile de lac şi de cărbune pe pistoane [4].

Capacitatea detergentă-dispersantă potenţială a uleiurilor de motoare corespunde practic unei perioade de serviciu în care modificările fizico-chimice suferite de ulei şi de aditivii conţinuţi în acesta nu au repercusiuni asupra curăţeniei, a uzurii şi a performanţelor motorului. Ea poate fi influenţată prin dozarea judicioasă a aditivilor antioxidant, detergent-dispersant şi de alcalinitate.

S-a constatat că alcalinitatea uleiului, exprimată prin valoarea TBN (indicele de bazicitate totală, în mgKOH/g), constituie un criteriu important de apreciere calitativă a uleiului din punct de vedere al capacităţii detergente-dispersante potenţiale [1, 4, 5]. Factorul alcalinitate a căpătat o importanţă atît de mare, încît a ajuns să fie folosit ca unul dintre criteriile de diferenţiere a diferitelor niveluri de calitate ale uleiurilor Heavy-Duty (tabela 1).

Aceste niveluri exprimă, de fapt, capacitatea de detergenţă-dispersantă a uleiurilor, reprezentînd, deci, o măsură a rezistenţei acestora la alterare.

TABELA 1

Indicele de alcalinitate totală (TBN) la diferite niveluri de calitate ale uleiurilor de motoare [4]

Niveluri de calitate	TBN *
MIL-L-2104 A	1,0—1,5
Supplement 1	2,0—2,5
Seria 2	5,0—7,0
Seria 3	10,0—14,0

* Aceste valori TBN sînt valabile numai în cazul uleiurilor alcalinizate cu aditivi pe bază de calciu.

În legătură cu valorile TBN din tabela 1, trebuie adăugat însă faptul că, în scopul prelungirii vieţii uleiurilor Supplement 1, fabricanţii de uleiuri au mărit în ultimul timp de două sau trei ori alcalinitatea la această categorie. Ca urmare, fapt constatat, de altfel, şi din cataloagele şi din prospectele de uleiuri, indicele de alcalinitate totală al uleiurilor Supplement 1 a ajuns acum, în medie, la valori de 4—6.

De asemenea, trebuie subliniat faptul că, pentru a realiza efecte superioare şi de durată în ceea ce priveşte dispersanţa, este necesar ca metalul alcalin ce intră în compoziţia aditivilor detergenţi-dispersanţi şi de alcalinitate să fie calciu.

Urmărind variaţia eficacităţii dispersante a unor aditivi de natură diferită, în condiţii de alterare progresivă a uleiului prin oxidare, lucrări recente au constatat comportarea total diferită a aditivilor cu calciu sau cu azot faţă de cei cu bariu [1]. Din figura 1, care exprimă grafic rezultatele acestor lucrări, se pot deduce următoarele concluzii:

— la aceeaşi valoare a alcalinităţii, efectul dispersant al aditivului cu bariu este de aproximativ patru ori mai mic decît cel al aditivilor cu calciu sau cu azot;

— efectul dispersant al aditivilor cu bariu, în funcţie de alcalinitate, tinde să rămînă constant la o valoare mică, în timp ce acelaşi efect creşte considerabil — chiar la valori mici ale alcalinităţii — în cazul calciului şi al azotului.

Analizînd compoziţia unor uleiuri de calitate superioară şi de mare răspîndire pe piaţa mondială, s-a putut constata în majoritatea cazurilor prezenţa calciului alături de bariu sau azot. Zincul este prezent ca antioxidant. În cazul formulelor cu calciu-bariu, concentraţia calciului în ulei este de 0,15—0,17%, la nivel

Supplement 1, şi ajunge pînă la 0,37% la Seria 3, în timp ce concentraţia bariului creşte paralel, ajungînd pînă la maximum 0,46%, la uleiurile Seria 3 examinate. La ule-

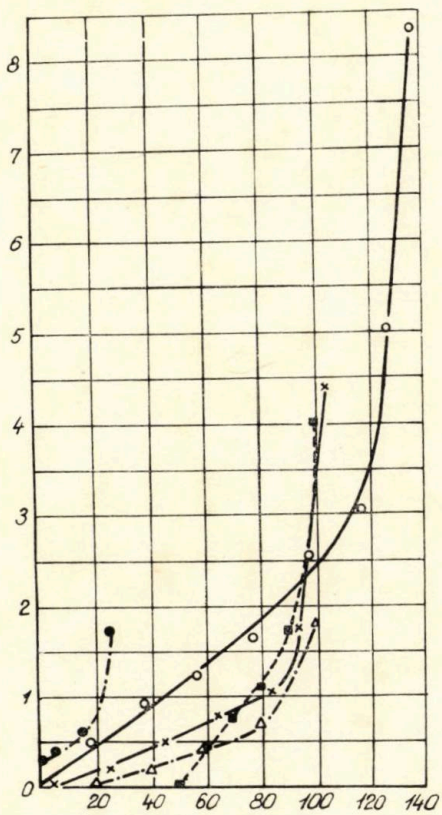


Fig. 1. Variaţia capacităţii dispersante a uleiurilor, în funcţie de alcalinitate şi de natura agentului alcalin.

iurile cu calciu-azot, concentraţia calciului variază la fel ca şi în cazul precedent, în timp ce azotul este prezent în proporţie de aproximativ 0,1% la aproape toate nivelurile de aditivare. Valorile TBN variază între 2,3 la nivelul MIL-L-2104 A, şi 12 pentru Seria 3, fiind 4—6 pentru Supplement 1 şi 6—9 pentru nivelul MIL-L-2104 B.

Ţinînd seama de toate acestea, în partea experimentală a lucrării de faţă s-a urmărit efectul practic al introducerii calciului, alături de bariu şi de zinc, în formularea unor noi uleiuri de motoare. În acest scop, s-au folosit: un aditiv antioxidant pe bază de dialchil-ditiofosfat de zinc, un aditiv detergent-dispersant de tipul fenat de bariu şi un aditiv suprabazic de calciu. Ca uleiuri de bază s-au utilizat uleiuri parafinoase rafinate selectiv din clasele de viscozitate SAE 30 şi SAE 40. Încercările în serviciu au fost efectuate pe standurile de motoare monocilindrice Petter W 1 şi Petter AV 1. După cum se ştie, aceste standuri funcţionează în condiţii standard controlate, permiţînd verificarea însuşirilor de performanţă ale uleiurilor de motoare pînă la nivelul Supplement 1 inclusiv. Încercarea pe standul Petter W 1 determină caracteristicile de rezistenţă la oxidare şi anticorosive ale uleiurilor de motoare, iar încercarea pe standul Petter AV 1 stabileşte performanţele detergente-dispersante ale acestora. De fapt, prin aceste încercări se obţin informaţii asupra însuşirilor de rezistenţă la alterare a uleiurilor, care — după cum a arătat practica — se corelează foarte bine cu cele din exploatare pe motoarele comerciale.

Înainte de a fi verificate pe standul Petter AV 1, formulele studiate au fost încercate pe standul Petter W 1, corectîndu-se conţinutul de zinc, astfel încît uleiul să corespundă din punctul de vedere al rezistenţei la oxidare. Pentru aceasta, s-a avut în vedere ca uleiul uzat să nu prezinte o creştere a viscozităţii mai mare de 50%, iar coroziunea (exprimată prin pierderea în greutate a cuzineţilor de cupru — plumb) să fie sub 25 mg.

Formulele de uleiuri încercate în continuare pentru verificarea detergenţei-dispersanţei, pe standul Petter AV 1 dintre care o parte sînt arătate în tabela 2 au dus la următoarele concluzii:

— uleiurile realizate cu aditiv detergent — dispersant pe bază de bariu, chiar la concentraţii foarte mari de bariu, nu ating nivelul de calitate Supplement 1;

— adăugîndu-se calciu uleiurilor aditivate cu detergent-dispersant pe bază de bariu, se pot obţine uleiuri la nivelul Supplement 1 şi mai înalte, necesitate de motoarele Diesel cu solicitări termice şi mecanice severe.

TABELA 2

Influenţa calciului în formularea unor uleiuri de motoare, determinată prin încercări pe standul Petter AV 1

Uleiul	Analiza, % greutate			Nota totală de merit pe standul Petter AV 1	Nivelul de calitate determinat
	Zn	Ba	Ca		
A—30	0,080	0,395	—	80,3	MIL-L-2104 A
A—40	0,080	0,395	—	79,1	MIL-L-2104 A
B—30	0,060	0,735	—	89,6	MIL-L-2104 A
B—40	0,060	0,735	—	88,8	MIL-L-2104 A
C—30	0,055	0,165	0,064	91,5	MIL-L-2104 A
D—30	0,100	0,380	0,157	95,4	Supplement 1
E—30	0,100	0,380	0,315	99,1	> Supplement 1
E—40	0,100	0,380	0,315	97,8	⩾ Supplement 1

TABELA 3

Variația acidității și alcalinității unor uleiuri de motoare în timpul serviciului pe standul Petter AV 1

Nr. crt.	Uleiul		Timpul de serviciu, h					Nota totală de merit
			0	30	60	90	120	
1	A—30	TAN *	1,00	1,35	1,40	1,40	1,50	80,3
		TBN **	2,10	1,70	1,55	1,40	1,30	
2	A—40	TAN	0,80	1,20	1,50	1,50	1,90	79,1
		TBN	2,20	1,75	1,60	1,55	1,40	
3	B—40	TAN	0,60	0,76	1,00	1,00	1,10	88,8
		TBN	2,63	1,96	1,80	1,70	1,50	
4	C—30	TAN	1,10	1,15	1,20	1,30	1,30	91,5
		TBN	2,30	1,90	1,80	1,70	1,60	

* TAN este indicele de aciditate totală exprimat în mg KOH/g.
** TBN este indicele de bazicitate totală exprimat în mg KOH/g.

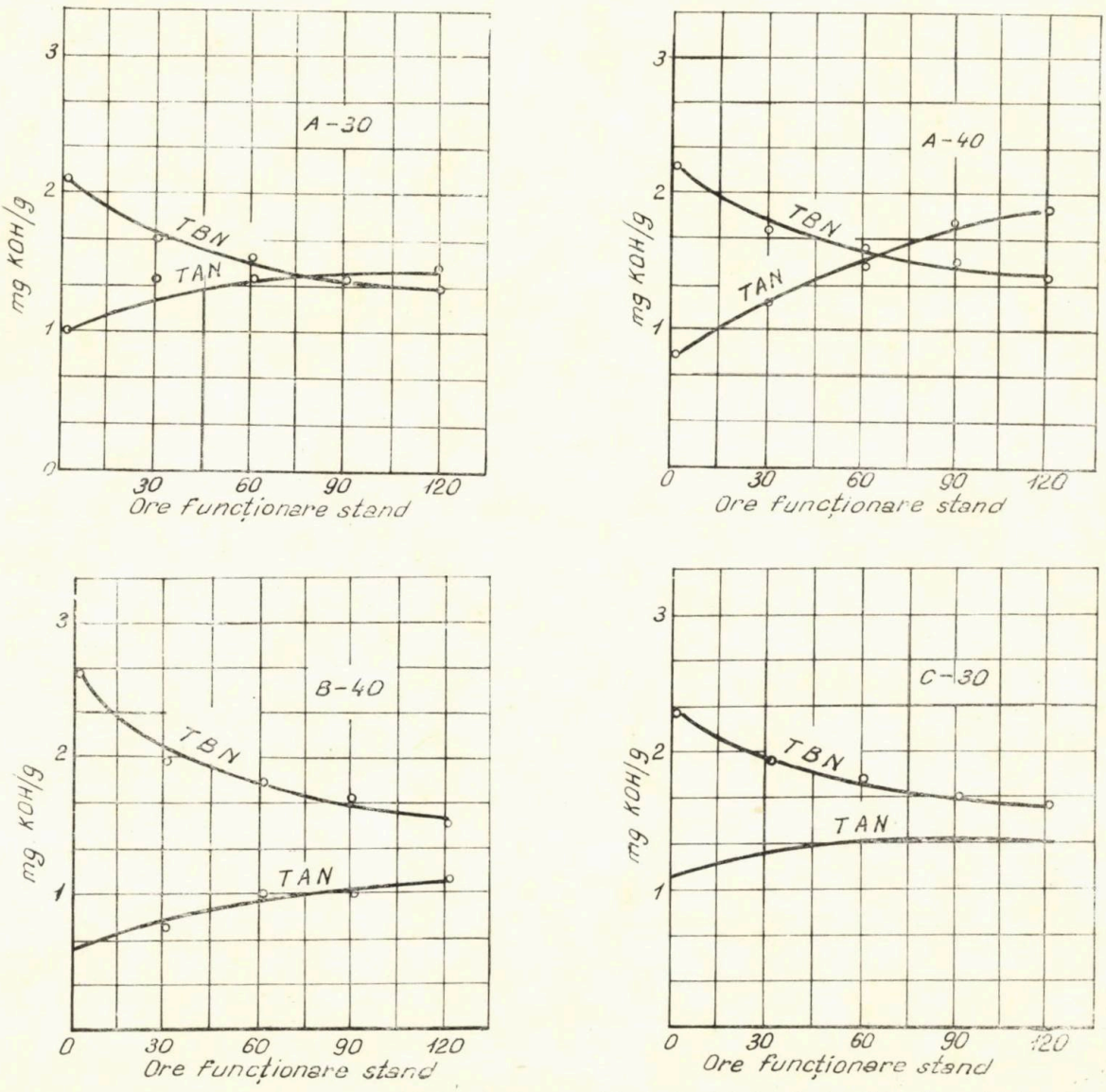


Fig. 2. Variația acidității și a alcalinității uleiurilor specificate în tabela 3, în timpul serviciului pe standul Petter AV. 1.

Pentru a obține indicații asupra gradientului de alterare a uleiurilor încercate în timpul serviciului pe standul Petter AV 1, s-a urmărit variația acidității și a alcalinității prin determinări efectuate asupra unor probe de ulei prelevate din carter la anumite intervale de timp. Se constată (tabelele 3 și 4 și figurile

TABELA 4

Variația acidității și alcalinității uleiului E-40 în timpul serviciului pe standul Petter AV 1

	Timp de serviciu, h						
	0	10	30	60	90	110	120
TAN, mg KOH/g	1,43	1,94	—	2,12	—	2,31	2,34
TBN, mg KOH/g	7,29	6,73	6,41	—	5,89	—	5,61
Insolubile în benzină, %							0,42
Insolubile în benzen, %							0,40

2 și 3) că variația diferenței dintre valorile TBN și TAN în timpul uzării uleiului ar putea constitui un criteriu analitic de apreciere al

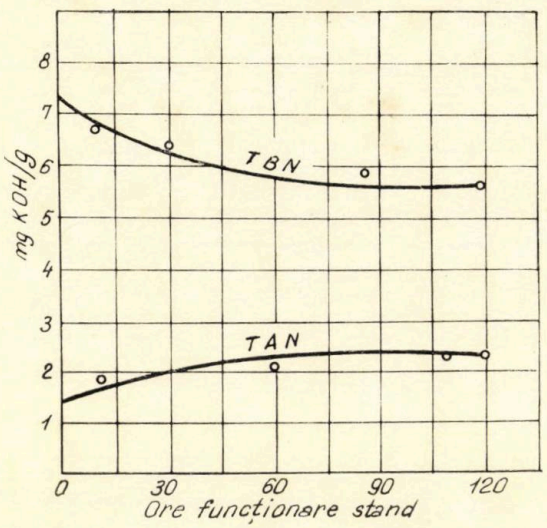


Fig. 3. Variația acidității și alcalinității uleiului E-40 în timpul serviciului pe standul Petter AV 1.

stării de degradare a uleiului. După 120 de ore de serviciu, această diferență apare ca având valori mici sau chiar negative în cazul uleiurilor cu performanțe slabe, în schimb ea este net mai mare în cazul uleiului E—40, realizat cu bariu și calciu, care a fost cotat la un nivel de calitate cel puțin egal cu Supplement 1.

Concomitent cu determinările de aciditate și de alcalinitate în diferite etape de uzură ale uleiurilor pe standul Petter AV 1, au fost urmărite, prin examen microscopic, modificările intervenite în sistemul dispers al impurităților insolubile în ulei. În cazul uleiului A—40, aditivat detergent-dispersant numai cu bariu, s-a putut constata astfel că flocularea și precipitarea impurităților începe după 60—80 de ore de serviciu pe stand, moment care marchează epuizarea prematură a capacității dispersante a acestui ulei, cu cel puțin 40 de ore înainte de terminarea ciclului încercării (fig. 4). Această observație coincide cu rezultatele

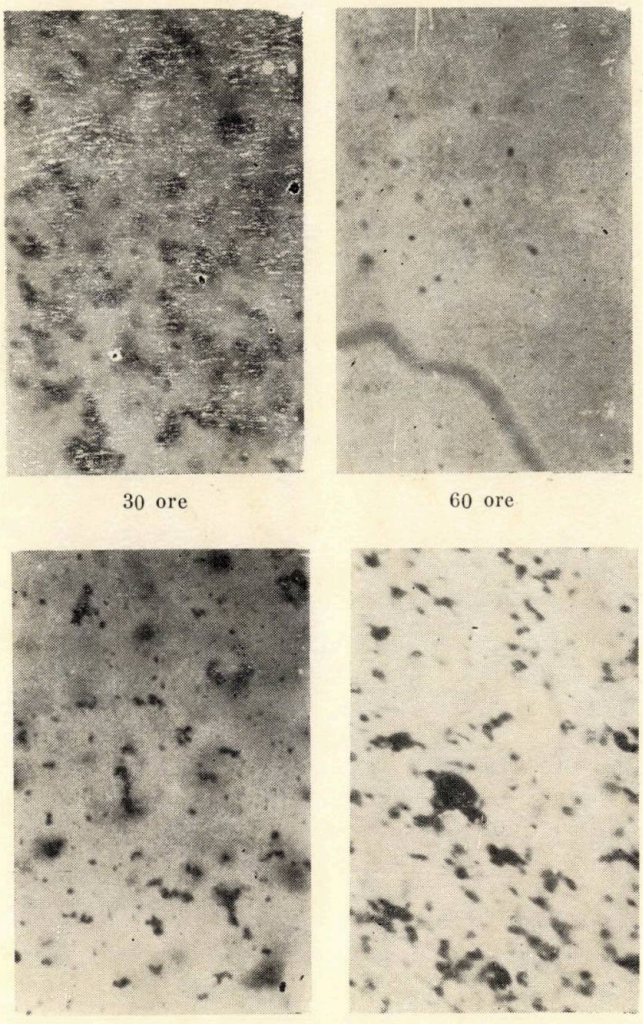


Fig. 4. Examenul microscopic al impurităților insolubile în ulei, în timpul serviciului pe standul Petter AV 1. Uleiul examinat: A-40.

aspectării pistonului într-o încercare ce a fost oprită la 80 de ore, care a arătat că în această etapă depunerile sînt încă mici și, deci, uleiul își mai păstrează însușirile detergente-dispersante. În schimb, încercarea prelungită la 120 de ore, cu același ulei, a dus la depuneri defavorabile pe piston. Cu totul altfel se prezintă situația în cazul uleiului E—40, conținînd în proporții raționale bariu și calciu, cînd nu se constată o tendință de floculare și de precipitare a impurităților nici la sfîrșitul ciclului de 120 de ore de funcționare a standului (fig. 5)

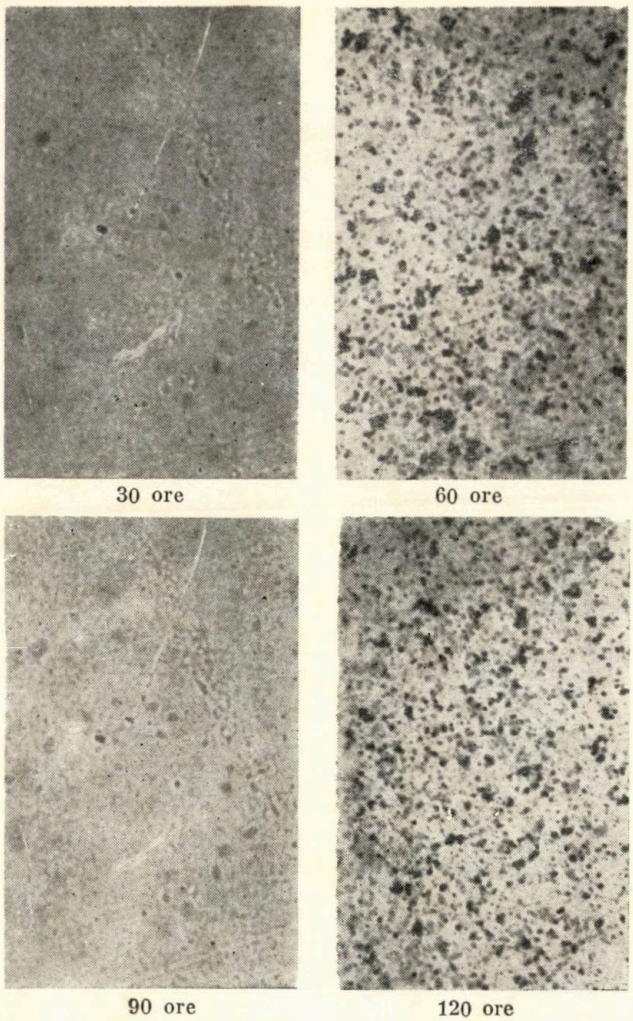


Fig. 5. Examenul microscopic al impurităţilor insolubile în ulei, în timpul serviciului pe standul Petter AV 1. Uleiul examinat : E-40.

CONCLUZII

Examinînd rezultatele studiului efectuat, se constată că, folosind formule raţionale, în care efectele detergente-dispersante şi neutralizante se realizează prin adaosuri potrivite de aditivi cu calciu şi cu bariu, se pot obţine uleiuri de motoare cu performanţe superioare. Aceste uleiuri vor putea satisface necesităţile ungerii motoarelor cu solicitări termice şi mecanice severe.

BIBLIOGRAFIE

1. Constantinides, G. şi Rottari, S. Huiles détérgentes pour moteurs à combustion interne. Critères pour en evaluer la durée utile en service. Seventh World Petroleum Congress-Proceedings, **4**, Elsevier Publishing Co LTD, 1967, p. 303 — 313.

2. Marciante, A. şi Assom, G. Indagine analitica sul deterioramento degli olii per motore Estratto della Rivista Ata — Ricerche — Luglio 1957 — SEL — Stabilimento di Torino.

3 Karll, R. E. şi Peterson, J. V. Advances in technology of motor oil detergents Sixth World Petroleum Congres, Proceedings, Section VI. Paper 19 SUA 1963, p. 285—291.

4 Simonetti, G. Considerations on the employ of detergent and anticorrosive oils in the four — and two stroke Diesel engines, FIAT — grandi motori. În Technical Bulletin XVIII, nr. 1, 1965, p. 1 — 11.

5 Tiuleaev, V. N. ş. a. Aprecierea uleiurilor de motoare după alcalinitate prin încercări în timpul exploatării pe tractoare. În : Himia i tehnologhia topliv i masel **12**, nr. 4, 1967, p. 43 — 45.

Studiul reologic al bitumurilor româneşti

C. Savu, M. Wagner, V. Dodon şi D. Iorga

Avîntul rapid al întregii noastre economii, bazat pe industrializarea socialistă a ţării şi în primul rînd a industriei grele, a determinat o dezvoltare mereu în creştere a transporturilor pe toate căile de comunicaţie, cu precădere pe cele rutiere. Construcţia de şosele cu materiale pe bază de bitum a făcut să crească consumul de bitum rutier, orientînd industria de fabricare a bitumului spre noi materii prime.

În studiu s-au luat în consideraţie bitumurile rutiere cu interval de penetraţie de 80—120 zecimi de mm. Astfel, s-au analizat patru bitumuri de drumuri fabricate în rafinăriile din Ploieşti (R_1, 2, 3, 4), care s-au comparat cu bitumurile (I_1, 2, 3, 4) oxidate în pilot de laborator din aceleaşi materii prime ca şi bitumurile R_1, 2, 3, 4, şi două bitumuri naturale din R. S. România. ($N_{1,2}$).

Se menţionează că bitumurile R_1 şi I_1 sînt pe bază de materii prime parafinoase, celelalte probe fiind de natură neparafinoasă.

Caracterizarea bitumurilor analizate s-a făcut prin valorile determinate în laborator şi înscrise în tabela 1.

Caracteristicile bitumurilor 80/120

Pe baza analizelor efectuate se constată următoarele :

— Bitumurile oxidate în pilot după aceeaşi tehnologie au ca puncte de înmuiere cu 1,5 pînă la 3°C mai ridicate, penetraţii mai mari şi o comportare mai bună la temperaturi scăzute, respectiv punctul de rupere Fraass fiind cu 3 pînă la 8°C mai coborît, faţă de bitumurile similare din rafinării. În majoritatea cazurilor şi punctul de inflamare este mai ridicat cu 40—50°C. Se remarcă un conţinut mai mare de cenuşă la bitumurile R_4 şi I_4, datorită prezenţei sărurilor de sodiu provenite de la neutralizarea acizilor naftenici din ţiţeiul respectiv.

După indicele de penetraţie toate bitumurile analizate sînt bitumuri de tip sol.

Conţinutul de acizi organici, exprimat prin aciditate organică, este mai mare în bitumurile din rafinării datorită timpului mai îndelungat de oxidare a acestora.

Compoziţia bitumurilor, pe grupe structurale de hidrocarburi, este diferită de la o materie primă la alta şi de la o fabricaţie la alta.

Raportul ulei/asfaltene (U/A) are o importanţă deosebită în comportarea bitumurilor.

Mayer şi Hrapia [1, 2] în studiile lor au ajuns la concluzia că : penetraţia, viscozitatea, punctul de înmuiere, punctul de rupere Fraass şi ductilitatea depind, în general, de raportul U/A şi foarte puţin de conţinutul de răşini. Cu cît raportul U/A creşte, cu atît penetraţia şi punctul de rupere Fraass scad, iar punctul de înmuiere creşte, ductilitatea prezentînd un maxim la raportul U/A cuprins între 2 şi 5.

Bitumurile analizate prezintă un raport U/A cuprins între 2,58 şi 3,83. Se consideră că bitumurile care au raportul U/A cuprins între 3,2 şi 3,5, avînd în acelaşi timp un procent de uleiuri mai mare de 50%, au o comportare mai bună în exploatare. Acest lucru se datoreşte, şi conţinutului mic de răşini din aceste bitumuri.

Studiind raportul C/H (carbon/hidrogen) se constată că acesta variază între 7,55 şi 7,94. Din analizele efectuate se observă că raportul C/H al bitumurilor parafinoase este mai coborît decît al celor neparafinoase, din cauza materiei prime utilizate (reziduual de la dezasfaltare, care are un raport C/H=8,2).

Se stie că cele mai bune bitumuri sînt cele obţinute din materii prime asfaltoase [3], deci care au un raport C/H cît mai scăzut, în cazul nostru, bitumurile naturale şi apoi cele din materii prime neparafinoase — R_3, R_4, I_3 şi I_4.

Sulful prezent în bitumurile analizate variază între maximum 0,27%, la cele naturale, şi maximum 0,88%, la cele fabricate în rafinării. După unii autori [4] sulful joacă un rol de îmbunătăţire a calităţii bitumurilor. Omogenitatea bitumurilor este, în general, bună, neprezentînd aglomerări de asfaltene, aşa după cum reiese din determinările de omogenitate (Pata Oliensis). Stabilirea bitumurilor a fost studiată după STAS 754—59 şi după DIN 1995—60. Rezultatele obţinute sînt trecute în tabelele 2 şi 3.

Din tabela 2 se constată că, după încălzire timp de 5 h la 163°C, bitumurile prezintă o scădere a penetraţiei de 12—19,4%, la bitumurile fabricate în laborator, şi de 14—29,3%, la cele fabricate în rafinării şi la cele naturale, iar pierderea în greutate este cuprinsă între 0,03 şi 0,19%, pentru cele fabricate în laborator, şi

TABELA 1

Caracteristicile bitumurilor 80/120

Caracteristici	R_1	R_2	R_3	R_4	I_1	I_2	I_3	I_4	N_1	N_2
Punct de înmuiere $I+B$, °C	45	45,5	45	47	46,5	47	46,5	50	49	44
Penetrație la 25°C, dmm	97	112	92	86	103	108	93	>100	98	130
Ductilitate la 0°C, cm	0	5	5	7	0	5	4,5	4,5	5	7
Ductilitate la 25°C, cm	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	95	77	100
Punct de rupere Fraass, °C	−12	−18	−18	−21	−15	−26	−20	−29	−32	−27
Solubilitate în CCl_4, %gr.	—	99,42	98,76	98	99,19	98,59	—	99,28	99,33	99,28
Solubilitate în CS_2, %gr.	99,74	—	—	—	—	97,64	99,51	—	96,2	95,6
Parafină, %gr.	2,37	1,45	1,17	0,45	1,04	0,53	1,16	0,49	0,39	0,42
Inflamare Marcusson, °C	255	270	260	275	295	315	315	255	234	235
Stabilitate la 163°C timp de 5 h: %									—	—
— Pierdere în greutate, %	0,46	0,139	0,182	0,36	0,03	0,073	0,1	0,19	0,32	0,39
— Scăderea penetrației la 25°C, %	14,4	21,4	29,3	28,8	19,4	15,7	7,5	12	27	20
Densitate la 25°C,	1,0039	1,0053	—	1,0089	1,0042	—	0,9926	1,0017	1,0004	1,0011
Aciditate minerală + alcalii,	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă
Aciditate organică, mg KOH/g	2,29	3,66	0,19	0,48	0,28	0,45	1,4	0,16	—	—
Apă (metoda distilării), %gr.	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă
Cenușă, %gr.	0,32	0,11	0,23	0,95	0,14	0,09	0,23	0,59	0,21	0,23
Cocs Conradson, %gr.	19,34	18,95	21,15	20,24	18,2	17,1	19,5	16,1	—	—
Punct picurare Ubbelohde, °C	55	52	54	56	53,5	53	55,5	58,5	60	53,5
Indice penetrație,	−0,8	+1	−1	−0,3	−0,1	0	−0,8	+0,7	−0,8	0
Factor caracterizare,	20	30	18	23	29	25	22	36	—	—
Greutate moleculară M,	—	—	—	—	720	907	875	709	—	—
Analiză structurală (după Lisîhina):										
uleiuri, %gr.	47,90	47,70	47,41	52,87	53,25	43,30	49,21	59,67	63,80	63,67
rășini, %gr.	38,82	39,59	34,28	30,76	30,63	40,65	37,96	21,89	16,60	19,91
asfaltene, %gr.	13,28	12,71	18,31	15,14	16,12	16,04	12,82	18,43	20,04	16,42
Ulei/asfaltene,	3,61	3,75	2,58	3,48	3,29	2,69	3,89	3,23	3,18	3,71
Conținut în: Carbon, %gr.	86,3	86,05	86,17	86,18	86,7	85,8	86,02	86	86	85,3
Hidrogen, %gr.	11,16	11,08	11,04	11,0	10,94	10,9	11,17	11,2	11,38	11,2
Azot, %gr.	0,61	0,88	0,67	0,70	0,72	0,63	0,65	0,59	—	—
Sulf, %gr.	0,56	0,88	0,65	0,81	0,53	0,45	0,55	0,49	0,27	0,34
Raportul C/H	7,73	7,76	7,81	7,85	7,94	7,87	7,71	7,68	7,55	7,61
Proba de omogenitate (Pata Oliensis)	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ

TABELA 2

Stabilitatea bitumurilor româneşti după STAS 754—59

Caracteristici	R_1	R_2	R_3	R_4	I_1	I_2	I_3	I_4	N_1	N_2
a. *Inițiale*										
Punct de înmuiere $I + B$,°C	45	45,5	45	47	46,5	47	46,5	50	49	44
Penetrație la 25°C, dmm	97	112	92	90	103	108	93	100	98	130
Ductilitate la 0°C, cm	0	5	5	7	0	5	4,5	4,5	5	38
Ductilitate la 25°C, cm	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	95	77	>100
Punct rupere Fraass, °C	−13	−17	−18	−21	−16	−26	−20	−29	−32	−27
Indice penetrație,	−0,8	+1	−1	−0,3	0,1	0	−0,8	+0,7	+0,2	0
Analiza structurală (după Lîsihina):										
ulei, %	47,90	47,70	47,41	58,87	53,94	43,30	49,21	59,67	63,80	63,67
rășini, %	38,82	39,59	34,28	30,03	40,65	37,95	37,96	21,89	16,60	19,91
asfaltene %	13,28	12,71	18,31	15,14	16,03	16,05	12,83	18,43	20,04	16,42
b. *După 5 ore de încălzire la 163°C*										
Punct de înmuiere $I + B$,°C	46	48	48,5	50,5	48,5	50	48	51,5	50,5	46
Penetrație la 25°C, dmm	83	88	65	64	83	91	86	88	74	103
Ductilitate la 0°C, cm	N	4,5	4	4,5	N	N	N	4	4,5	55
Ductilitate la 25°C cm	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	35	70	88
Punct de rupere Fraass, 0°C	−12	−14	−16	−18	−15	−25	− 14	−28	−30	−32
Indice penetrație,	−1	+0,5	−0,8	−0,3	−0,2	−0,22	0	+0,7	−0,8	−1
Analiza structurală (după Lîsihina) :										
ulei, %	46,94	45,18	45,85	50,98	53,25	43,20	45,52	57,95	62,50	60,05
rășini, %	35,54	42,57	35,76	29,58	30,63	37,40	38,17	22,88	16,67	22,13
asfaltene, %	17,52	12,25	18,59	19,44	16,12	19,35	16,31	19,25	20,83	17,82
c. *Stabilitate după 5 ore de încălzire la 163°C*										
Pierdere în greutate, %	0,046	0,139	0,182	0,36	0,03	0,073	0,1	0,19	0,32	0,39
Scăderea penetrației, %	14,4	21,1	29,3	28,8	19,4	15,7	7,5	12	27	20
Scăderea punctului de rupere Fraass, %	7,7	17,6	11,1	14,2	6,26	3,84	30	3,44	6,67	+16%
Creșterea punctului de înmuiere, %	2,17	5,5	7,78	7,45	4,3	6,4	3,22	3,0	2,1	4,54

TABELA 3

Stabilitatea bitumurilor după DIN 1995—60

Caracteristici	R_1	R_2	R_3	R_4	I_1	I_2	I_3	I_4
a. *Inițiale*								
Punct de înmuiere $I+B$, °C	45	45,5	45	47	46,5	47	46,5	50
Penetrație la 25°C, dmm	97	112	92	90	103	108	93	100
Ductilitate la 0°C, cm	0	5	5	7	0	5	4,5	4,5
Ductilitate la 25°C, cm	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
Punct de rupere Fraass, °C	−13	−17	−18	−21	−16	−26	−20	−29
Indice penetrație,	−0,8	+1	−1	−0,3	−0,1	0	−0,8	+0,7
Analiză structurală după Lîsîhina):								
ulei, %	47,90	47,70	47,41	52,87	53,94	43,30	49,2	59,67
rășini, %	38,82	39,59	34,28	30,76	30,03	40,65	37,96	21,89
asfaltene, %	13,28	12,71	18,31	15,14	16,03	16,05	12,83	18,43
b. *După 5 ore de încălzire la 163°C*								
Punct de înmuiere $I+B$, °C	54,5	55,5	61	59	57	63	55	66,5
Penetrație la 25°C, dmm	40	37	32	45	37	50	43	47
Ductilitate la 0°C, cm	N	N	N	N	N	N	N	N
Ductilitate la 25°C, cm	>100	>100	35	>100	>100	9	>100	4,5
Punct de rupere Fraass, °C	−8	−10	−14	−14	−11	−23	−12	−26
Indice penetrație,	−0,6	0	+0,2	+0,7	−0,3	+1,6	−0,3	+2,1
Analiza structurală după Lîsîhina):								
ulei, %	45,05	44,72	44,54	52,30	52,08	43,38	44,56	55,49
rășini, %	36,11	36,85	35,62	25,34	25,35	33,73	36,06	22,35
asfaltene, %	18,84	18,43	20,27	22,36	21,57	22,90	19,38	22,16
c. *După 10 ore de încălzire la 163°C*								
Punct de înmuiere $I+B$, °C	59,5	63,5	72	72	64,5	73,5	61,5	80
Penetrație la 25°C, dmm	28	22	15	26	26	39	27	30
Ductilitate la 0°C, cm	N	N	N	N	N	N	N	N
Ductilitate la 25°C, cm	78,5	49	4,5	12,5	27	3,5	12	3
Punct de rupere Fraass, °C	−7	−7	−10	−9	−8	−20	−10	−23
Analiza structurală (după Lîsîhina):								
ulei, %	40,85	44,40	41,10	45,99	45,60	41,00	42,25	50,06
rășini, %	37,70	37,12	35,63	29,60	32,00	35,82	35,78	29,38
asfaltene, %	21,45	18,48	23,68	23,96	22,40	23,14	21,97	28,97
carbene, %	—	—	—	1,45	—	—	—	0,57
Indice penetrație,	−0,2	+1,5	+0,3	+1,71	+0,2	+2,8	−0,1	+0,3
d) *Rezistență îmbătrînire* (calculată)	14,4	7,5	2,8	7,75	13,5	29,2	8,7	12,10

de 0,139—0,46%, la cele fabricate în rafinării și la cele naturale. Aceasta se datorește, pe de o parte, existenței în bitum a unor cantități de uleiuri ușoare ca urmare a unei stripări insuficiente, iar, pe de altă parte, datorită unei oxidări la o temperatură mai mică la bitumurile prelucrate în laborator ($t = 230$°C), față de cele prelucrate industrial ($t = 250—270$°C).

Urmărind comportarea bitumurilor la îmbătrînire după metoda DIN 1995—60, se constată următoarele: o creștere a punctelor de înmuiere a indicelui de penetrație și a punctelor de rupere Fraass. În același timp scad valorile ductilității, cele ale penetrației și raportul U/A.

O diferență mai mare între valorile finale și cele inițiale caracterizează un bitum de o calitate inferioară.

În figura 1 se dau indicații asupra variației punctelor de înmuiere inel și bilă și asupra punctelor de rupere Fraass.

Din figură se observă că în condițiile inițiale bitumurile au punctele de înmuiere grupate în jur de 45—47°C, iar după 10 h la 163°C ajung la valori de 60—80°C, avînd o comportare mai bună bitumurile cu variația cea mai mică.

Influența îmbătrînirii bitumurilor, studiată după metoda DIN 1995/60, este evidențiată prin creșterea punctelor de rupere Fraass cu valori cuprinse între 6 și 11°C.

Aceste caracteristici sînt influențate în mai mare măsură de raportul U/A și de modul în care se formează micelele de asfaltene în uleiuri.

Urmărindu-se modul în care variază penetrația (P) în funcție de punctul de înmuiere al bitumurilor, se constată că aceasta reprezintă o variație logaritmică de forma:

$$\log P = C \log T + K,$$

unde:

P este penetrația la 25°C;
T — temperatura de înmuiere inel și bilă, în °C;
K — constantă;
C — coeficientul variației penetrației cu temperatura de înmuiere $\left(C = \frac{\log P_1 - \log P_2}{\log T_1 - \log T_2}\right)$.

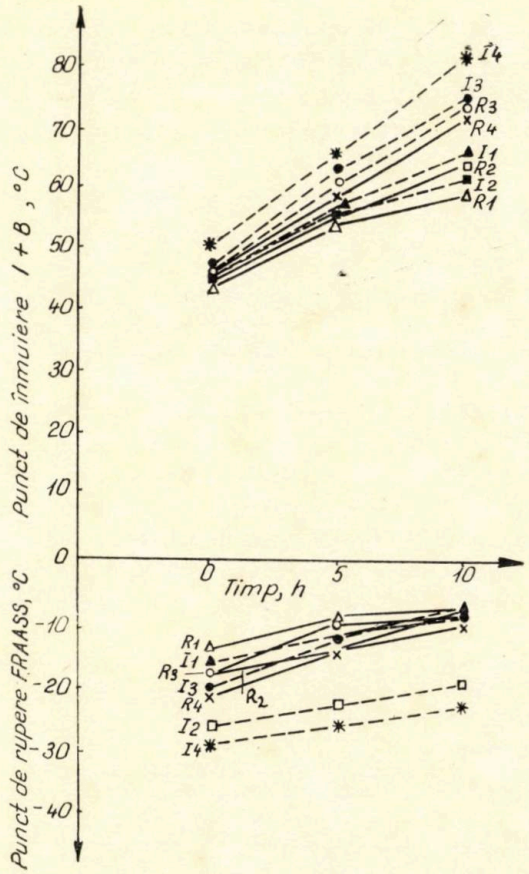


Fig. 1. Variaţia punctului de înmuiere *IB*°C şi a punctului de rupere Frass cu timpul, la 163°C.

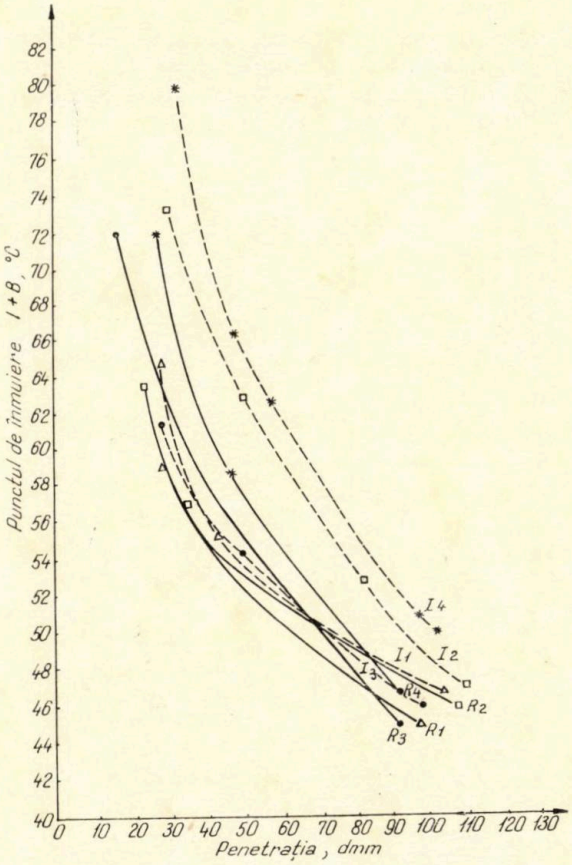


Fig. 2. Variaţia penetraţiei cu punctul de înmuiere inel şi bilă.

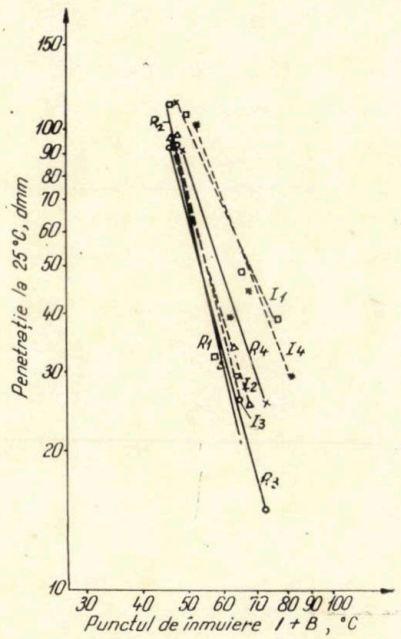


Fig. 3. Variaţia penetraţiei cu punctul de înmuiere.

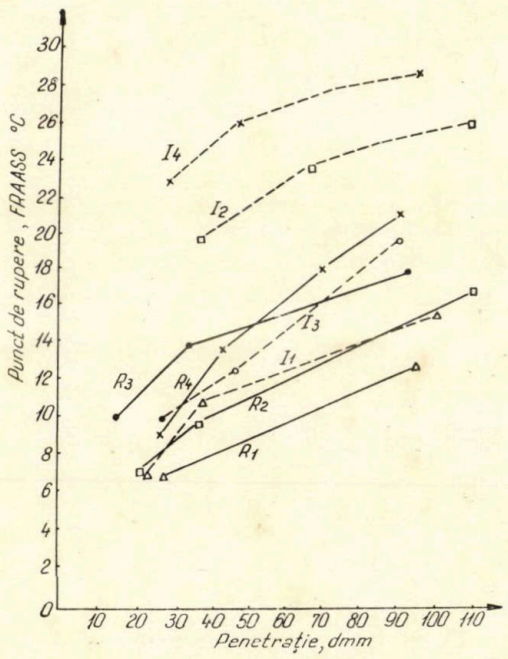


Fig. 4. Variaţia punctului de rupere Fraass cu penetraţia.

Bitumurile care au un coeficient C mai mic se consideră că au o comportare mai bună. Din acest punct de vedere, cele mai bune rezultate le prezintă bitumurile I_2 și I_4.

Reprezentarea grafică a acestei variații este dată în figurile 2 și 3.

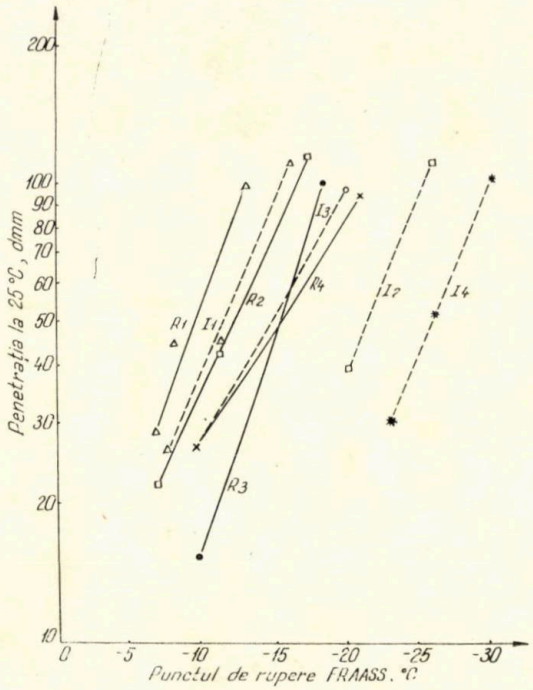


Fig. 5. Variația penetrației cu temperatura de rupere Fraass.

Figurile 4 și 5 indică variația penetrației cu punctul de rupere Fraass. Această variație este dată de o ecuație de forma :

$$\log P = bF + B,$$

unde :

P este penetrația la 25°C;

F — punctul de rupere Fraass, în °C;

B — constantă;

b — coeficientul variației penetrației cu punctul de rupere Fraass

$$\left(b = \frac{\log Pen_1 - \log Pen_2}{F_1 - F_2} \right).$$

Din acest punct de vedere, o comportare bună o au bitumurile care prezintă pentru b valori cît mai mici, cum este cazul bitumurilor R_4, R_2 și I_3.

Ductilitatea bitumurilor este caracteristica care dă indicații asupra coeziunii bitumurilor. În tabela 4 este dată variația ductilității o dată cu temperatura.

0. — rupt neconform la 0 cm.

Din tabela 4, se observă că cea mai neuniformă variație o au bitumurile R_1 și I_1. Această variație se poate datora existenței în bitum a parafinei cristalizate, care favorizează fisurarea acestora în timpul exploatării.

TABELA 4

Variația ductilității (cm) cu temperatura (°C)

Temperatura, °C	R_1	R_2	R_3	R_4	I_1	I_2	I_3	I_4
0	0	5	5	7	0	5	4,5	4,5
10	>100	>100	35	89,5	60,5	14	88,0	9,5
15	>100	>100	>100	>100	>100	47	>100	18,5
25	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100

TABELA 5

Caracteristicile unor bitumuri străine

Caracteristici	ALBANIA		ITALIA **		UNGARIA (6)	U.R.S.S. (6)
	Proba 1	Proba 2	Proba 1	Proba 2	Nagylengyeler	Romaschkino
Penetrația la 25°C, dmm	40	48	100	95	90	49
Punct de înmuiere I și B, °C	52	50	44	47	50	52
Ductilitate la 0°C, cm	0,5	0,5	—	—	—	—
Ductilitate la 10°C, cm	14,5	17,5	—	—	—	—
Ductilitate la 25°C, cm	>100	>100	>100	>100	100	100
Punct de rupere Fraass, °C	−6	−7	−12	−16	−18	−7
Parafină, %gr.	0,5	—	0,9	1,06	1,8	1,9
Solubilitate în CS_2, %gr.	—	—	99,8	99,8	—	—
Inflamabilitate Cleveland, °C	>200*	—	270	260	—	—
Asfaltene (Hexan), %	—	—	—	—	23	7,3
Densitate la 25°C,	—	1,062	—	—	—	—
Stabilitate la 163°C timp de 5 h, Punct de înmuiere I și B, °C	53,5	52	—	—	55	56
Penetrație la 25°C, dmm	37	42	93	93	61	20
Punct de rupere Fraass, °C	−6	−7	−12	−14	—	—
Pierdere în greutate, %	0,06	0,10	—	—	—	—
Scăderea penetrației la 25°C, %	6,5	11,4	7	2	43,3	61,5

* Inflamabilitatea Marcusson

** Bitumuri reziduale de distilare

Rezistența la îmbătrînire ($R.I$) a bitumurilor este dată de formula (5) :

$$R \cdot I = \left(\frac{P_{25°}^{5h} - 1}{P_{25°}^{5h} - P_{25°}^{10h}} \right) - 5.$$

Din acest punct de vedere, comportarea cea mai bună o au bitumurile cu rezistență mai mare la îmbătrînire ($R.I.$), aceste bitumuri fiind caracterizate printr-o pierdere în greutate, o scădere a penetrației și o creștere a punctului de rupere Fraass mai mică, cum este cazul bitumurilor R_3 și I_3.

În tabela 5 se dau caracteristicile bitumurilor românești cu cele străine. Pentru comparație s-au luat bitumuri din Albania, Italia, Ungaria și U.R.S.S., care au puncte de înmuiere apropiate, respectiv similare cu bitumurile studiate și prezentate deja în tabela 1.

Se constată că bitumurile românești au o stabilitate mai mare a punctelor de înmuiere și a punctelor de rupere Fraass. Din punctul de vedere al scăderii penetrației, bitumurile românești au o comportare mai slabă decît cele distilate italiene și mult mai bună decît cele din U.R.S.S. și din R.P.Ungară.

Din analizele efectuate pînă în prezent și din comparația cu bitumuri de altă proveniență, se pot trage următoarele concluzii :

— Dintre bitumurile fabricate în țara noastră o comportare bună o au mostrele R_4, I_3, I_4, N_1 și N_2.

— Bitumurile fabricate în rafinării sînt similare cu cele naturale din punctul de vedere al caracteristicilor reologice.

— În privința comportării la îmbătrînire, după DIN 1995/50, rezultate bune au dat bitumurile R_3 și T_3.

— S-a constatat că bitumurile românești fabricate prin procesul de suflare cu aer au caracteristici reologice mai bune decît cele străine luate în studiu.

BIBLIOGRAFIE

1. Mayer, D. și Hrapia, H. Cercetări asupra caracteristicilor de viscozitate ale bitumurilor „reconstituite". În : Bitumen Teere — Asphalte — Peche und Werwandte Stoffe, **18**, nr. 19, sept. 1967, p. 336—338.
2. Mayer, D. și Hrapia, H. Cercetări asupra caracteristicilor de viscozitate ale unor mostre de bitum. În : Erdöl und Kohle, nr. 3, mart. 1967, p. 216—219.
3. Müller, K. Reologia bitumurilor suflate. În : Bitumen Teere — Asphalte — Peche und Werwandte Stoffe, **18**, nr. 7, iulie 1967, p. 241—248.
4. Bonarent, G. și Auffray, R. Bitumurile de petrol, compoziție, proprietăți, întrebuințări. În : Revue de I.F.P. et annales des combustibilesc liquides, nr. 12, 1955, p. 1 854—1 898.
5. Abraham, H. Asphalts and allied substances ed. VI, 4, p. 224.
6. Zakar, P. Bitumen. Kleine Erdöl — Bibliothek, Leipzig 1967.

Metodologie de calcul al eficienţei tehnico-economice la instalaţii complexe

I. Avramescu

Progresele înregistrate în realizarea unor utilaje şi aparate permite industriei de petrol să realizeze scheme tehnologice modernizate, prevăzute cu mai multe niveluri de automatizare. Nivelul optim de automatizare depinde, în final, de eficienţa tehnico-economică.

Articolul de faţă îşi propune să determine indicatorii tehnico-economici şi, deci, eficacitatea economică a diverselor variante tehnologice şi de automatizare. Principiul care stă la baza metodologiei de calcul constă în aceea că se analizează sistemul complex descompus pe elemente primare, se trag concluzii tehnice şi economice pe fiecare element, după care se readuce sistemul la complexitatea iniţială. Metodologia de calcul va fi concretizată la următoarele instalaţii complexe: de colectare, separare şi transfer ţiţei şi gaze, staţii de degazolinare, staţii de compresoare.

Instalaţii de colectare, separare şi transfer ţiţei şi gaze

Se consideră un grup de parcuri în care sînt legate mai multe sonde; controlul se va face în două niveluri de dispecerat: la parcul „PD" se vor afişa discriminat măsurările şi semnalizările de avarie, iar la brigada „P C D" se vor retransmite semnalele de avarie discriminate pe parcuri. Acest sistem va permite, cu personal mai redus, o supraveghere sigură a instalaţiilor.

Dispecerii au posibilitatea de a vorbi între ei prin radiotelefoane portative. De asemenea,

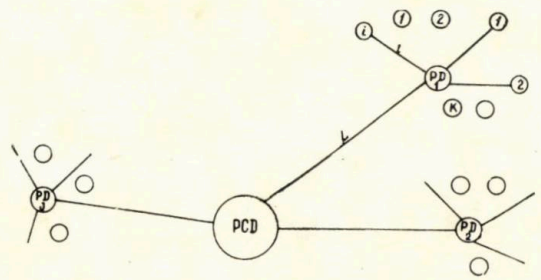


Fig. 1.

au legături telefonice sau radiotelefonice cu conducerea schelei, cu echipele de întreţinere şi intervenţii. În figura 1 este prezentat un sistem complex, în care:

i reprezintă — numărul punctelor de la parc şi de la sonde, unde se montează aparatura de măsură şi de control cu transmitere la „PD";

K — grupuri de instalaţii, utilaj tehnologic, aparatură de automatizare locală, clădiri montate la sonde şi la parc;

j — numărul de parcuri „PD", care se controlează de la un punct centralizat „P C D" (brigadă, secţie, schelă).

Investiţia necesară I şi cheltuielile de exploatare C se calculează cu formula:

$$I = (1+h)\{\sum_j [\sum_i (a + \rho.l) + \sum_k (a + u)] + \sum_j (a + u + \gamma.L) + a + u\} , \quad (1)$$

$$C = (1+n)\{\sum_j [\sum_i (M_a + M_l) + \sum_k (M_a + M_u) + M_o] + \sum_j (M_a + M_u + M_L) + M_a + M_u + M_o\} \quad (2)$$

în care:

a reprezintă — costul aparaturii de automatizare (AMC) şi al montajului acesteia la punctele i, K, de exploatare, şi la punctele de dispeceri;

u — costul utilajului sau al grupului de utilaje, inclusiv montajul la punctele de exploatare k şi la dispeceri;

l, L — lungimea circuitelor de telemecanică (fig. 1);

ρ, γ — costul pe unitatea de lungime a circuitelor „l" şi „L";

M — costul materialelor, al consumurilor şi al manoperei pentru întreţinerea AMC „a", utilajului „u" şi liniilor „l, L";

M_0 — costul manoperei pentru supravegherea instalaţiilor [1];

h — coeficient care ţine seama de valoarea neprevăzută a investiţiei ($h = 0{,}05$);

n — coeficient statistic, care ţine seama de cheltuielile de exploatare ($n = 0{,}01 \div 0{,}15$).

Pentru alegerea variantei optime k în cazul cînd se analizează mai multe variante cu eficacităţi economice diferite, se aplică criteriul cheltuielilor anuale minime, care se exprimă:

$$I_k/t_k + C_k = minim, \quad \text{sau} \quad I_k + t_k C_k = minim \tag{3}$$

unde:

I_k, C_k este investiţia totală şi cheltuielile anuale de întreţinere şi exploatare pentru realizarea variantei „K";

t_k — timpul mediu ponderat, pentru varianta „K", în care se amortizează instalaţia şi se calculează cu formula:

$$t_k = \frac{\sum_j [\sum_i a t_a + \sum_i \rho l t_l + \sum_k a t_a + \sum_k u t_u] + \sum_j a t_a + \sum_j u t_u + \sum_j \gamma L t_L + a t_a + u t_u}{\sum_j [\sum_i (a + \rho l) + \sum_k (a + u)] + \sum_j (a + u + \gamma L) + a + u} \tag{4}$$

t_a, t_u, t_l, t_L, sînt timpii în care se amortizează diversele tipuri de instalaţii şi utilaje.

Relaţia (4) se reprezintă grafic ca în figura 2.

Producţia de ţiţei a sistemului modernizat va fi:

$$Q = (1 + m) \sum_j \sum_s T(q \pm \Delta q), \tag{5}$$

unde:

q este debitul orar de ţiţei al sondei „S" înainte de modernizare;

s — numărul sondelor racordate la un parc de separatoare;

Δq — creşterea producţiei la sonda, „S" ca urmare a modernizării şi automatizării sau scăderea producţiei datorită declinului;

m — procentul de fracţiuni uşoare (ţiţei) care se recuperează la parc prin introducerea sistemului închis de colectare, separare şi transfer;

T — timpul de funcţionare al sondei într-un an.

Preţul de cost va fi:

$$P = \frac{I_k/t_k + C_k}{Q_k} = \frac{I_k/t_k + C_k}{(1 + m)\sum_j \sum_s T(q \pm \Delta q)} \tag{6}$$

Economia, în cazul cînd se analizează două situaţii, va fi:

$$E = (P_1 - P_2) Q_2, \tag{7}$$

unde:

$P_1 P_2$ reprezintă preţul de cost al situaţiilor 1 şi 2;

Q_2 — producţia de ţiţei a sistemului modernizat.

Timpul de recuperare a instalaţiei „T_R" în cazul $I_2 > I_1$ va fi:

$$T_R = \frac{I_2 - I_1}{(P_1 - P_2) Q_2} = \frac{\Delta I}{E}, \tag{8}$$

Dacă $I_2 < I_1$ se calculează numai timpul de recuperare a valorii de finanţare a investiţiei, care va fi:

$$T_F = \frac{I_F}{(P_1 - P_2) Q_2} = \frac{I_F}{E} \tag{9}$$

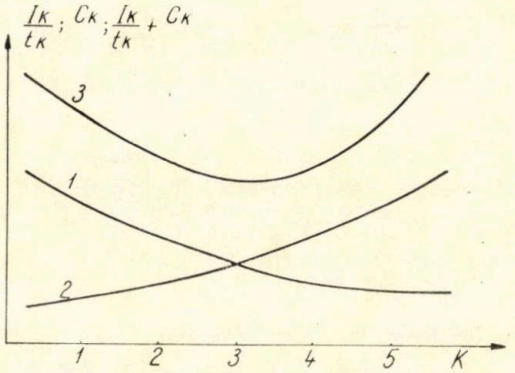


Fig. 2.

1) $I_k/t_k = f(K)$; 2) $C_k = f(K)$; 3) $I_k/t_k + C_k = f(K)$.

Instalaţii de degazolinare

În general, o instalaţie de degazolinare este o instalaţie complexă, cu elemente concentrate. Acest proces poate fi urmărit şi condus dintr-un singur punct.

Un astfel de sistem complex se prezintă ca în figura 3.

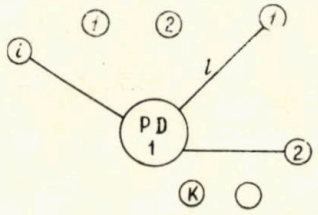


Fig. 3.

în care:

i este numărul punctelor din instalaţie unde se montează aparatură de automatizare, de măsură şi de control cu transmitere la PD;

K — grupuri de utilaje tehnologice, instalaţii automatizate local, clădiri;

PD — punctul de control centralizat, care se află în incinta instalaţiei.

Relaţiile pentru calculul investiţiei şi al cheltuielilor de exploatare se deduc din formulele (1 şi 2) pentru $j = 1$.

$$I = (1 + h)[\sum_i (a + \rho l) + \sum_k (a + u) + a + u] \quad (10)$$

$$C = (1 + n)[\sum_i (M_a + M_l) + \sum_k (M_a + M_u) + M_0 + M_a + M_u]. \quad (11)$$

Producţia de gazolină Q se calculează în funcţie de compoziţia gazului la intrare şi în funcţie de procentul de recuperare a fracţiunilor pe care îl poate asigura instalaţia.

Consumurile se vor calcula, de asemenea, pe baza formulelor funcţionale.

Pentru calculul celorlalte elemente se vor folosi formulele (4—9).

Staţii de compresoare

În industria de extracţie a ţiţeiului din R.S. România, pentru colectarea şi transportul gazelor de sondă, se folosesc compresoare cu piston în general acţionate electric. Aceste compresoare sînt prevăzute numai cu aparate de control şi de semnalizare. O supraveghere atentă permite o folosire mai raţională a acestor compresoare.

Staţiile de compresoare pot fi considerate instalaţii complexe, concentrate într-un singur punct, asemănător staţiilor de degazolinare. Instalaţiile nu produc, ci fac servicii, deci în locul producţiei va apare vehicularea unei cantităţi de gaze. Se va folosi metodologia de calcul a eficienţei tehnico-economice folosită la instalaţiile de degazolinare.

Aplicarea metodologiei de calcul la un şantier de extracţie ţiţei şi gaze

Studiul de modernizare şi de automatizare a unui sistem de colectare şi de separare a ţiţeiului dintr-un şantier petrolier vechi a evidenţiat următoarele posibilităţi de realizare [2]:

I = raţionalizarea parcurilor;

II = dotarea parcurilor raţionalizate cu baterii de cazane automatizate şi cu sisteme de reglare automată a consumului de abur;

III = ridicarea nivelului de automatizare prin înlocuirea rezervoarelor de măsură cu debitmetre şi prevederea unor sisteme de evacuare automată a ţiţeiului din parc;

IV = programarea automată a sondelor la etalonare şi controlul centralizat al producţiei de la un punct de dispecer;

V = sistem complex de automatizare şi control.

În tabela 1 sînt prezentaţi indicatorii economici pentru o situaţie existentă şi variantele propuse.

Analiza rezultatelor obţinute permite afirmaţia că din punctul de vedere al efortului de finanţare este indicat să se înceapă cu varianta a II-a, care constă în raţionalizare şi un nivel minim de automatizare, după care nivelul de automatizare poate să crească atît timp, cît cheltuielile anuale de întreţinere şi de exploatare tind să scadă (varianta a IV-a).

Aceasta ar fi succesiunea optimă de modernizare a instalaţiilor complexe petroliere.

TABELA 1

Indicatori economici		Situația actuală	VARIANTE				
			I	II	III	IV	V
Investiție inițială I_i	(lei)	24 958 138	16 843 308	16 843 308	14 806 308	14 806 308	14 806 308
Investiție nouă-finanțare I_F	(lei)	—	1 921 825	2 421 825	6 069 825	6 569 825	8 569 825
Investiție totală I_K	(lei)	24 958 138	18 775 133	19 275 133	20 876 133	21 376 133	23 376 133
Timp mediu ponderat de amortizare t_K	(ani)	14,9	15	14,8	16,3	16	15,7
Amortisment anual I_K/t_K	(lei)	1 669 495	1 246 813	1 246 813	1 272 523	1 322 523	1 522 000
Cheltuieli anuale de întreținere și exploatare C_K	(lei)	3 643 430	3 019 278	2 362 478	1 930 533	1 838 249	1 838 249
$I_K/t_K + C_K$	(lei)	5 312 925	4 266 091	3 659 291	3 203 056	3 160 772	3 360 249
Economia anuală E_K	(lei)	—	1 046 834	1 653 634	2 109 869	2 152 153	1 952 153
Timpul de recuperare a lui I_F; T_F	(ani)	—	1,84	1,47	2,6	2,8	4,1

Concluzii

1. Metodologia de calcul al eficienței tehnico-economice propusă permite să se analizeze în amănunt contribuția pozitivă sau negativă a fiecărui element ce compune procesul complex. Aceasta cuprinde cazurile cele mai generale însă formulele pot fi simplificate cînd elementele componente au caracteristici apropiate (se repetă).

2. Calculul cheltuielilor pe element sau pe grupe de elemente pare dificil la prima vedere însă este destul de simplu. El prezintă avantajul că se analizează fiecare element sub aspectul tehnico-economic. Sînt elemente scumpe dar sigure în funcționare (cheltuieli de exploatare mici) și altele mai ieftine dar, la care cheltuielile de exploatare și pierderile de producție sînt foarte mari.

3. Criteriul cheltuielilor minime permite beneficiarului de investiție să ia decizii mai competente în introducerea uneia dintre diversele variante de modernizare studiate.

BIBLIOGRAFIE

1 *** Instrucțiuni privind stabilirea, în raport de adîncime și alți factori, a debitului limită economică utilizabile în estimațiile de rezerve prin exploatarea comportării anterioare a sondelor. Normarea personalului de exploatare ICFE. Tema P. 18. 3. 1. I. 1968.

2 *** Proiect de directive privind posibilitățile de automatizare a proceselor de extracție țiței și gaze. IPFE, Ploiești, 1969.

Aplicaţii actuale ale răşinilor sintetice consolidate în construcţia de maşini. Orientări noi în calculul rezervoarelor heterotrope. II

Gr. Andreescu şi
Caşin Popescu

Determinarea aleătuirii materialului. Modulele E şi G

Conţinutul de sticlă (FS) în procente volumetrice se determină cu relaţia :

$$V_{FS\%} = N_{FS}\, G^{*}/10\, \gamma_{FS}\, h,$$

în care :

N_{FS} este numărul de straturi de fibre de sticlă ;
G^{*} — greutatea reală a suprafeţei unitare a unui strat (se socoteşte conţinutul de sticlă curat, 15 %, deducîndu-se pentru aderisant şi apret) ;
γ_{FS} — greutatea specifică a fibrei de sticlă ;
h — grosimea totală a laminatului.

Pentru mantaua de 4 mm grosime consolidată cu şapte maturi tip M4 — 400-DECITEX cu 600 g/m² şi γ_{FS} = = 2,53 kg/dm³ (fig. 2) rezultă :

$$V_{FS\%} = 35{,}3\,\%.$$

Procentajul obţinut pentru V_{FS} coincide cu acela ce se deduce din nomograma de calcul dată de N i e d e r s t a d t [17].

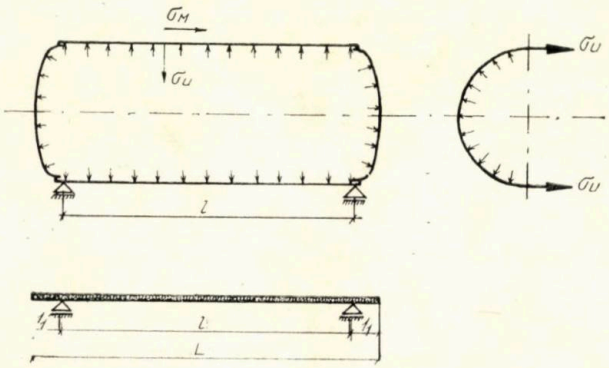


Fig. 2.

Notînd $A + B = 1$ conţinutul de sticlă, respectiv de răşină într-un laminat, adică $V_{FS}/V = F_{FS}/F = A$, respectiv $V_{R_P}/V = F_{R_P}/F = B$, se poate defini laminatul cu relaţia aritmetică 0,353 + 0,647 = 1.

Valorile corespunzătoare, pentru această contextură, a coeficienţilor elastici E şi G, se deduc în modul obişnuit geometriei maselor.

Cazul general

Încărcarea în direcţia x fiind :

$$P_x = P_{FS} + P_{R_P},$$

rezistenţa în direcţia x va fi :

$$\sigma x = (\sigma_{FS}\, F_{FS} + \sigma_{R_P}\, F_{R_P})/\mathrm{F},$$

cu condiţia de compatibilitate :

$$\varepsilon = \varepsilon_{FS} = \varepsilon_{R_P},$$

şi, deci ;

$$\sigma_{FS} = \varepsilon E_{FS}\,;\ \sigma_{R_P} = \varepsilon E_{R_P},$$

adică :

$$\sigma_x = \varepsilon E_{FS}\, A + \varepsilon E_{R_P}\, B$$

sau :

$$\sigma_x/\varepsilon = A E_{FS} + (1-A)\, E_{R_P},$$

de unde :

$$E_x = A E_{FS} + (1-\mathrm{A})\, E_{R_P},$$

relaţie care dă modulul E în direcţia x, atunci cînd se cunoaşte A pentru materiale date.

Similar, pe direcţia y, se are :

$$P_y = P_{FS}\,(1 + \sigma_{R_P}/\sigma_{FS}) + P_{R_P}\,(1 + \sigma_{FS}/\sigma_{R_P}),$$

$$\sigma_y F = \sigma_{FS}\, F = \sigma_{R_P} F,$$

$$\varepsilon l = \varepsilon_{FS}\, l_{FS} + \varepsilon_{R_P}\, l_{R_P},$$

cu :

$$\frac{l_{FS}}{l} \cdot \frac{t}{t} = \frac{F_{FS}}{F} = A,$$

$$\varepsilon_{FS} = \frac{\sigma}{E_{FS}}\,;\quad \varepsilon_{R_P} = \frac{\sigma}{E_{R_P}}\,;\quad \varepsilon = \frac{\sigma}{E_{FS}} A + \frac{\sigma}{E_{R_P}} \mathrm{B},$$

$$\frac{\varepsilon}{\sigma} = \frac{1}{E} = \frac{A}{E_{FS}} + \frac{B}{E_{R_P}},$$

de unde :

$$E_y = \frac{E_{FS}\, E_{R_P}}{E_{R_P} A + (1-A)\, E_{FS}}.$$

În urma unui calcul analog pentru forfecare, cu :

$$\gamma = \gamma_{FS}\, A + (1-A)\, \gamma_{R_P},$$

se obţine :

$$G_{xy} = G_{FS}\, G_{R_P}/[A G_{R_P} + (1-A)\, G_{FS}].$$

Contracţia transversală se calculează cu :

$$\mu_{xy} = \mu_{FS}\, A + (1 - A)\, \mu_{R_P},$$

iar pentru materiale ortotrope, din condiţii de simetrie :

$$\mu_{yx}\, E_x = \mu_{xy}\, E_y,$$

de unde :

$$\mu_{yx} = \frac{E_y}{E_x}\, \mu_{xy}.$$

Pentru μ_{xy} (primul indice arată direcţia sarcinei, cel de-al doilea — direcţia contracţiei transversale) se mai poate folosi şi relaţia dezvoltată :

$$\mu_{xy} = \frac{[A\mu_{FS} + (1-A)\, \mu_{R_P}]\, E_{FS}\, E_{R_P}}{(E_{R_P} - E_{FS})^2\,(A - A^2) + E_{FS}\, E_{R_P}}.$$

În lipsa unor date de laborator pe produsele R_P și FS se admite [18]:

$E_{FS} = 7\,000 - 7\,300$ kgf/mm²;

$E_{R_P} = 350 - 400$ kgf/mm²;

$\mu_{FS} = 0{,}18$;

$\mu_{R_P} = 0{,}4$;

$G_{FS} = 3\,100$ kgf/mm²;

$G_{R_P} = 143$ kgf/mm²;

$\gamma_{FS} = 2{,}5 \div 2{,}53 \div 2{,}6$ kgf/dm³;

$\gamma_{R_P} = 1{,}2 \div 1{,}22 \div 1{,}3$ kgf/dm³;

$\sigma_{FS} = 140$ kgf/mm² (întindere);

$\sigma_{R_P} = 7$ kgf/mm² (întindere).

Cu relațiile și cu datele arătate, însușirile elastice ale laminatului sînt:

$E_x = 2\,697{,}6 \cong 2\,700$ kgf/mm²;

$S_{11} = 37 \cdot 10^{-5}$ mm²/kgf;

$E_y = 527$ kgf/mm²;

$S_{22} = 190 \cdot 10^{-5}$ mm²/kgf;

$G_{xy} = 216$ kgf/mm²;

$S_{33} = 463 \cdot 10^{-5}$ mm²/kgf;

$\mu_{xy} = 0{,}3223$;

$\mu_{yx} = -0{,}063$;

$S_{12} = -s_{21} = -11{,}95 \cdot 10^{-5}$ mm²/kgf.

La calculul coeficienților elastici pentru direcții cuprinse între 0 și 90°, se poate folosi transformarea Mohr (după încercările făcute la Forest Products Laboratory din S. U. A). Admițînd această ipoteză, relațiile din elasticitatea plană:

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E_x} - \frac{M_{xy}}{E_x}\sigma_y = S_{11}\sigma_x + S_{12}\sigma_y;$$

$$\varepsilon_y = -\frac{\mu_{yx}}{E_y}\sigma_x + \frac{\sigma_y}{E_y} = s_{21}\sigma_x + S_{22}\sigma_y;$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G_{xy}} = s_{33}\tau_{xy},$$

devin, pentru un sistem ξ, η:

$$\varepsilon_\xi = S'_{11}\sigma_\xi + S'_{12}\sigma_\eta + S'_{13}\tau_{\xi\eta};$$

$$\varepsilon_\eta = S'_{13}\sigma_\xi + S'_{22}\sigma_\eta + S'_{23}\tau_{\xi\eta};$$

$$\gamma_{\xi\eta} = S'_{13}\sigma_\xi + S'_{23}\sigma_\eta + S'_{33}\tau_{\xi\eta},$$

unde $s'_{ij} = s'_{ji}$. Aceste relații definesc legea deformațiilor în funcție de orientare.

Coeficienții de alungire ai sistemului de axe rotit sînt legați de sistemul principal de axe, x, y, prin condițiile:

$$S'_{11} = S_{11}\cos^4\varphi + (2S_{12} + S_{33})\sin^2\varphi\cos^2\varphi + S_{22}\sin^4\varphi;$$

$$S'_{12} = S_{12}\cos^4\varphi + (S_{11} + S_{22} - S_{33})\sin^2\varphi\cos^2\varphi + S_{12}\sin^4\varphi;$$

$$S'_{13} = -(2S_{12} + S_{33} - 2S_{11})\cos^3\varphi\sin\varphi + (2S_{12} + S_{33} - 2S_{22})\sin^3\varphi\cos\varphi;$$

$$S'_{22} = S_{22}\cos^4\varphi + (2S_{12} + S_{33})\cos^2\varphi\sin^2\varphi + S_{11}\sin^4\varphi;$$

$$S'_{23} = -(2S_{22} - 2S_{12} - S_{33})\cos^3\varphi\sin\varphi + (2S_{11} - 2S_{12} - S_{33})\sin^3\varphi\cos\varphi;$$

$$S'_{33} = S_{33}\cos^4\varphi + 2(2S_{22} + 2S_{11} - 4S_{12} - S_{33})\cos^2\varphi\sin^2\varphi + S_{33}\sin^4\varphi.$$

Pentru $\varphi = 45°\,58'$ corespund:

$S'_{11} = 177{,}60 \cdot 10^{-5}$

$S'_{12} = -69{,}58 \cdot 10^{-5}$;

$S'_{13} = -73{,}10 \cdot 10^{-5}$;

$S'_{22} = 173 \cdot 10^{-5}$;

$S'_{23} = -79{,}60 \cdot 10^{-5}$;

$S'_{33} = 263{,}15 \cdot 10^{-5}$.

Cu $\sigma_\eta = \sigma_{U-max} = 1{,}375$ kgf/mm², $\sigma_\xi = \sigma_{M-max} = 1{,}2875$ kgf/mm² și $\tau_{\xi\eta} = 0{,}684$ kgf/mm², se obțin deformațiile:

$$\varepsilon_\xi = 82{,}25 \cdot 10^{-5};$$

$$\varepsilon_\eta = 94{,}00 \cdot 10^{-5};$$

$$\gamma_{\xi\eta} = -42{,}00 \cdot 10^{-5}.$$

Valorile date sînt ușor asumabile în limita elastică, de către structura laminatului din R_P FS obișnuit. Pentru rezistențele obținute nu apare pericolul desprinderii rășinii de fibrele de sticlă sub solicitările exterioare maxime, condiția:

$$\varepsilon_\xi = \varepsilon_\xi\, a = \varepsilon_\xi\, b;$$

$$\varepsilon_\eta = \varepsilon_\eta\, a = \varepsilon_\eta\, b;$$

$$\gamma_{\xi\eta} = \gamma_{\xi\eta}\, a = \gamma_{\xi\eta}\, b,$$

în care a și b reprezintă grosimile straturilor FS, respectiv, R_P din laminat, fiind satisfăcută. În această situație, o examinare valorică a eforturilor, diferențiată pe straturi, nu mai este utilă.

Pentru direcțiile ξ, η, modulul E devine;

$E_\xi = \sigma_\xi/\varepsilon_\xi = 1{,}2875 \cdot 10^5/82{,}25 = 1\,565$ kgf/mm², iar

$E_\eta = \sigma_\eta/\varepsilon_\eta = 1{,}3750 \cdot 10^5/94{,}10 = 1\,460$ kgf/mm².

Valorile rezultate pentru E_ξ și E_η se situează în limita obișnuită pentru $R_P FS$, în care volumul de sticlă conținut în structura laminatului este de circa 35 % și corespunde datelor obținute experimental [19] pentru laminate din $R_P FS$ consolidate cu FS în maturi.

Eforturile în fundurile rezervorului

Pentru fundurile bombate de formă sferică se poate admite:

$$\sigma_1 = \sigma_2 = pR/2t.$$

Pentru a nu se realiza un ecart prea mare față de eforturile unitare din pereții cilindrici, s-a adoptat o grosime sporită pentru funduri, și anume de 6 mm, pentru care corespunde:

$$\sigma_1 = \sigma_2 = 173{,}50 \text{ kgf/cm}^2.$$

Pentru laminatul de 6 mm grosime s-a prevăzut o contextură în armonie cu aceea pentru manta, menținîndu-se aceeași proporție volumetrică de sticlă și de aceleași caracteristici (fig. 3).

În această zonă, deci, sudarea (lipirea) fundului de perete pentru asigurarea continuității se va face astfel încît desprinderea să fie împiedicată; ca material de sudare, care să poată prelua efortul de desprindere, se folosește rășina poliester armată cu fibre de sticlă, aplicată prin procedeul de lipire simplă cu presare (Lipirea cu rășini epoxidice nu este compatibilă cu rășinile poliester nesaturate. S-a făcut această mențiune, deoarece asemenea cazuri nu sînt evidențiate, iar unele indicații [20] pot fi derutante).

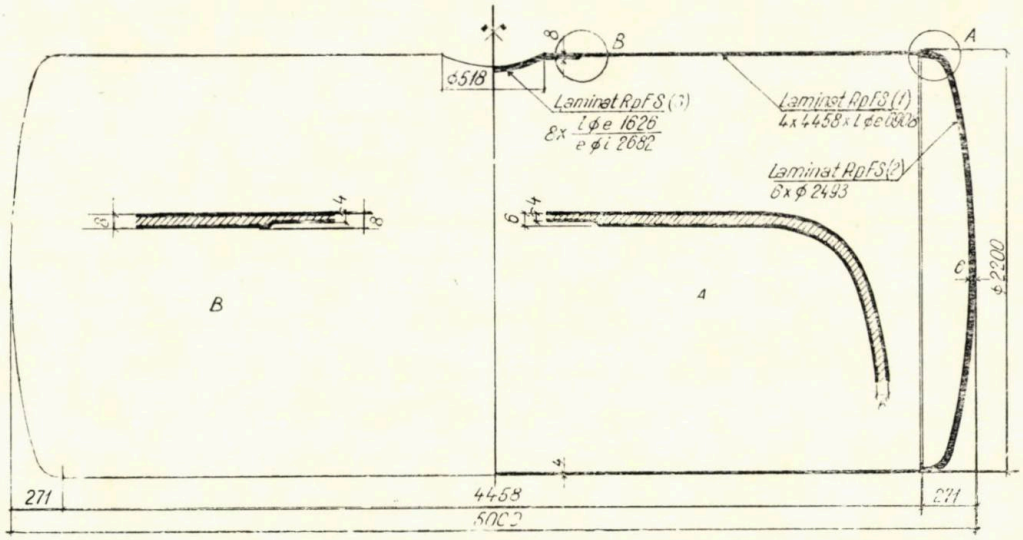


Fig. 3.

Eforturile la racordarea funduri-manta

Între fundurile sferice și pereți se recomandă, pentru diminuarea perturbărilor în zona de contact, să se prevadă o secțiune torică continuată cu o racordare dreaptă; această racordare dreaptă trebuie să fie de cel puțin $d_r = 0{,}9\sqrt{rt}$, adică $d_r = 7{,}3 = 8$ cm. La această distanță, influența perturbărilor marginale devine neglijabilă.

În zona de racordare, datorită relațiilor dintre starea de eforturi diferită în perete față de aceea din închiderile (fundurile) laterale și din cauza cărora se produc creșteri ale razei cilindrului diferite, apar eforturi radiale H_c (fig. 4), a căror expresie

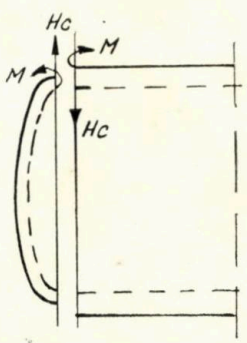


Fig. 4.

se deduce din condiția de restabilire a continuității și este:

$$H_c = p/8\ \alpha,$$

în care:

$$\alpha = \sqrt[4]{3(1-\mu^2)/}\ \sqrt{rt} = 0{,}195.$$

Pentru datele rezervorului ($\mu \cong 0{,}3$, $r = 110$ cm, $t = 0{,}4$ cm), rezultă;

$$H_c = 0{,}32 \text{ kgf/cm}.$$

Coeficienți de siguranță

Rezistența la întindere a laminatelor din R_PFS consolidate cu maturi, este — după datele generale publicate în literatura de specialitate — pentru proporția de sticlă de $V_{FS} = 35{,}3\,\%$, cuprinsă între 15 și 22,5 kgf/mm².

Față de aceste valori, pentru rezistențele σ_ξ și σ_η rezultă următorii coeficienți de siguranță:

$k_\xi = 11{,}65 \div 17{,}50$; k_ξ — mediu $= 14{,}60$;

$k_\eta = 10{,}90 \div 16{,}35$; k_η — mediu $= 13{,}60$;

iar pentru rezistențele $\sigma_{1,2}$:

$$k_{1,2} \text{— mediu} = 10{,}85.$$

Rezistența maximă posibilă, σ_x, în mantaua rezevorului, însumată pe o singură direcție este:

$$\sigma_x = \frac{137{,}5}{(0{,}71894)^2} = \frac{128{,}75}{(0{,}69508)^2}$$

și are valoarea:

$$\sigma_x = 266{,}25 \text{ kgf/cm}^2.$$

Verificarea exactității calculului se face cu relația:

$$\sigma_\xi + \sigma_\eta = \sigma_x \sin^2 \varphi + \sigma_x \cos^2 \varphi = \sigma_x,$$

din care rezultă, de asemenea, $\sigma_x = 266{,}25$ kgf/cm².

Coeficientul de siguranță mediu față de această rezistență este:

$$k_x \text{ — mediu} = 7{,}05.$$

Cu datele obținute, se poate considera că laminatul din R_PFS, în grosime de 4 mm, ales pentru alcătuirea mantalei rezervorului, consolidat cu 35,3 % fibre de sticlă (în procente volumetrice), poate asigura acesteia o stabilitate perfectă în exploatare.

Calculul deformațiilor

A. Deformații longitudinale (alungiri) din suprapresiunea interioară ($p = 0{,}5$ kgf/cm²) și greutatea rezervorului plin.

Rezervorul fiind suprateran și montat pe suporturi prin așezare liberă, deformațiile se consideră neîmpiedicate. În această ipoteză, alungirea relativă a axei este dată de:

$$\varepsilon'_\xi = \frac{\sigma_\xi}{E_\xi} - \mu_{\xi\eta}\frac{\sigma_\eta}{E_\eta},$$

în care:

$$\mu_{\xi\eta} = 0{,}4 - 0{,}22 \cdot 0{,}35 = 0{,}322$$

și, deci:

$$\varepsilon'_\xi = 52 \cdot 10^{-5}.$$

Deoarece $\varepsilon'_\xi = \Delta\, l/l$, se deduce:

$$\Delta l = l\varepsilon'_\xi = 5\,000 \cdot 52 \cdot 10^{-5} = 2{,}6 \text{ mm}.$$

Pentru un laminat cu $\varepsilon = 1{,}2\,\%$, alungirea maximă la rupere este:

$$\Delta l_R = 1{,}2\ (5\,000/100) = 60 \text{ mm}.$$

Rezultă că deformația longitudinală efectivă reprezintă circa 4,5 % din aceea la rupere, ceea ce arată că materialul lucrează în limita, deși redusă, la laminatele din R_PFS, regimului Hooke.

Observație. În cazul montării rezervorului îngropat intervin forțe de frecare pe manta care modifică tensiunile rezultate în cazul rezervorului considerat liber (în montaj suprateran); aceste forțe însă nu influențează practic deformațiile apreciate exclusiv prin intervenția coeficientului lui Poisson.

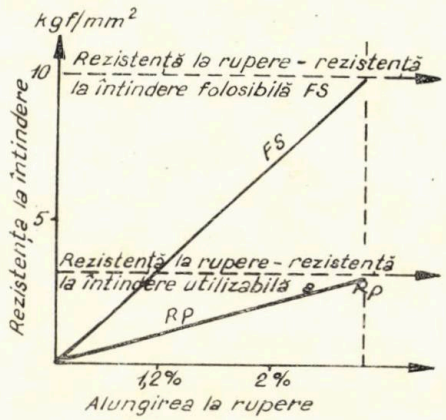


Fig. 5.

Într-adevăr, dacă intensitatea forței de frecare repartizată pe lungimea cilindrului este f, tensiuni de întindere se produc numai pe porțiunea rezervorului de lungime l_i (fig. 5); acestea se determină cu ajutorul relației:

$$fl = \frac{\pi d^2}{4}p,$$

de unde:

$$l = \frac{\pi d^2 p}{4f}.$$

Cu cît forța de frecare este mai mare, cu atît este mai mic l_i (porțiunea solicitată la întindere). Se observă că tensiunea de întindere este maximă în B și nulă în A; porțiunea AD, degajată de influența forței de frecare, rămîne condiționată numai de acțiunea forțelor provocate de presiunea internă.

Valoarea medie a deformației relative a cuponului DB al mantalei este, considerînd $E_\eta = E_\xi = E$ și $\mu_{\eta\xi} = \mu_{\xi\eta} = 0{,}3$;

$$\varepsilon_{0-mediu\text{-}l} = \frac{\sigma_\xi}{2E} - \mu\frac{\sigma_\eta}{E} = -\,0{,}025\,\frac{pd}{tE},$$

adică, acest cupon se contractă.

Pentru întregul rezervor AB, valoarea absolută va fi;

$$\varepsilon_{0-mediu\text{-}L} = 0{,}025\,\frac{pd}{tE}\left(6 - 5\,\frac{l}{L}\right).$$

Pentru rezervorul îngropat sînt valabile, deci, relațiile care dau deformațiile în ipoteza împiedicării acestora (capete fixate rigid), adică:

$$\varepsilon''_\xi = 0{,}15\ pd/t$$

și:

$$\varepsilon''_\eta = 0{,}455\ pd/tE.$$

Se observă că:

$$\varepsilon''_\eta \cong \varepsilon'_\eta$$

și că, în ambele ipoteze, rezultă deformații de aceeași valoare.

B. Deformații transversale (alungiri) din suprapresiunea interioară (în ipoteza cea mai defavorabilă, în care se neglijează efectul greutății proprii a rezervorului).

Alungirea diametrului este dată de:

$$\varepsilon'_\eta = \frac{\sigma_\eta}{E_\eta} - \mu_{\eta\xi}\frac{\sigma_{\xi p}}{E_{\xi p}},$$

în care:

$$\mu_{\eta\xi} = \mu_{\xi\eta}\,(E_\eta/E_\xi) = 0{,}322\ (1460/1565) = 0{,}3$$

și, deci:

$$\varepsilon'_\eta = 81 \cdot 10^{-5},$$

adică:

$$\delta = 2\,200 \cdot 81 \cdot 10^{-5} = 1{,}78 \text{ mm},$$

sau:

$$\varepsilon'_{\eta\%} = 0{,}081\,\% \text{ față de } \varepsilon_{R_PFS} = 1{,}2\,\%.$$

Se recomandă însă adoptarea unui material cu $\varepsilon_{R_P} = \varepsilon_{FS} = 2\,\%$ (fig. 6).

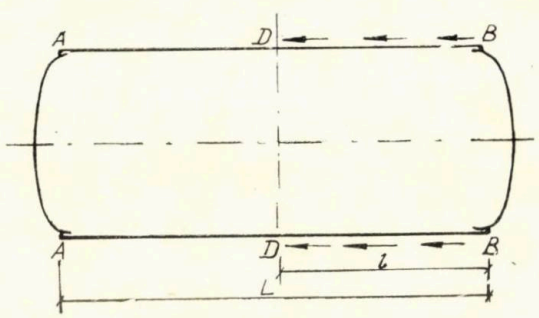


Fig. 6.

C. Deformații volumetrice (dilatări). Pentru $\varepsilon'_\eta = 81 \cdot 10^{-5}$ și $\varepsilon'_\xi = 52 \cdot 10^{-5}$, volumul rezervorului crește în proporție de $(1 + \varepsilon'_\xi)\cdot(1 + \varepsilon'_\eta)^2$ față de 1, sau de $(1 + \varepsilon'_\xi + 2\varepsilon'_\eta)$ față de 1, sau de 1,00214 față de 1.

D. Săgeți a. Din suprapresiunea internă. Săgeata la centru este:

$$\eta_{ic} = \frac{pr^2}{tE}\left[1 - \frac{2\cos h\,(\beta l/2)\cos(\beta l/2)}{\cos h\,\beta l + \cos\beta l}\right],$$

în care:

$$\beta = \sqrt[4]{3(1-\mu^2)/t^2 r^2},$$

sau, introducînd valorile şi făcînd calculele:

$$\eta_c \cong 1 \text{ mm.}$$

b. Din încovoiere (sarcina q) , în ipoteza simplei rezemări şi a neglijării influenţei favorabile a fundurilor. Săgeata la centru este dată de:

$$\eta_q = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI},$$

cilindrul comparîndu-se ca o grindă. Pentru $E \cong 1\,500$ kgf/cm^2, $l = 445{,}8$ cm, $q = 36{,}75$ kgf/cm şi $I = \sim 672 \cdot 10^6$ cm^4, se obţine:

$$\eta_q = 0{,}75 \text{ mm.}$$

Considerînd, datorită efectului deformaţiei, că sarcina ar avea o acţiune similară unei forţe concentrate în mijlocul deschiderii, săgeata în dreptul forţei este:

$$\eta_q = \frac{384}{5 \cdot 48} \cdot \eta_q \cong 1{,}20 \text{ mm.}$$

Săgeata totală la centru este, deci:

$$\eta_t = \eta_c + \eta_q = 2{,}20 \text{ mm,}$$

ceea ce reprezintă, faţă de deschiderea de calcul, un raport aproximativ egal cu 1/2 000.

Această valoare se consideră a fi în limita admisibilă.

Date tehnologice indicative

Consolidarea cu maturi a laminatului R_PFS, aplicate prin „contact", reprezintă o soluţie de minimum admisibil ca procedeu tehnic de consolidare compatibilă cu rezistenţele cerute [21] de exploatarea rezervorului. O consolidare cu fibre de sticlă incluse prin procedeul de şpriţuire nu ar fi fost în cazul prezentat, satisfăcătoare calitativ sub aspectul rezistenţelor mecanice necesare laminatului, de oarece, prin acest procedeu, nu se pot obţine procentaje de fibre de sticlă în laminat mai mari de 25% (în volume) şi nici o răspîndire uniformă a acestora.

Pentru protejarea sau întărirea muchiilor, se folosesc cordoane din tort de mătase de sticlă (Roving), aşezate prin înfăşurare.

Textura laminatelor R_PFS pentru manta şi pentru funduri este arătată în figura 3.

Execuţia s-a realizat în continuitate (monoplasat), pe forme din şipci de lemn, procedeul fiind recomandabil pentru prototipuri şi pentru serii mici.

Asigurarea geometriei obiectului şi a continuităţii s-a făcut prin îmbrăcarea modelului din şipci, cu o folie din poliestermulabil de 1 mm grosime.

Modelul, odată finisat şi verificat ca formă geometrică şi ca stabilitate, primeşte, în vederea unei uşoare decofrări, o ceară de mulare peste care se aplică o peliculă elastomeră (sau termoplastă), cu calităţi etanşe, chimic rezistentă la acţiunea produselor petroliere şi antistatică.

În lipsa unui antistatic sintetic, rezervorul s-a metalizat la interior şi la exterior. Metalizarea s-a făcut prin pulverizare cu un strat de aluminiu în grosime de circa 200 μ. Aceasta este — istoric — prima propunere şi realizare de acest gen.

O execuţie reuşită a unui obiect din R_PFS cu calităţi statico-rezistente presupune:

— Controlul continuu al conţinutului de fibre de sticlă şi al răspîndirii acestora în laminat, pentru menţinerea uniformă a raportului răşină poliester/fibre de sticlă şi a constanţei grosimii.

— Înscrierea în toleranţele admisibile, referitoare la reţetă, grosimi şi formă. (Pentru reţetă şi pentru grosimi se admit abateri în limitele $\pm 2\%$, iar pentru formă $\pm 2‰$).

— Acurateţa fiecărui strat, murdărirea răşinii sau a fibrei de sticlă ducînd la compromiterea calitativă (rezistenţe mecanice, stabilitate interioară, comportament, etanşeitate etc.) a stratificatului; pentru evitarea oricărui contact cu materii străine trebuie să se lucreze atent, în mediu curat şi cu scule de formare speciale, urmărindu-se ca distribuţia sticlei în laminat să fie uniformă. Se recomandă ca, după aşezarea maturilor, prelucrarea (presarea manuală) să se facă cu role pe deasupra unei folii neaderente (de exemplu, polietilenă), pentru a se da laminatului o grosime cît mai constantă şi o faţă văzută cît mai netedă.

— Urmărirea calităţii produsului prin luarea de probe în timpul realizării acestuia şi controlul lor obligatoriu în laborator.

Aspecte economice

Comparativ cu un rezervor metalic de caracteristici geometrice, identice, costul rezervorului din R_PFS a rezultat, după datele comunicate de constructorul UECC, cu circa 28% mai mic.

Pierderile de materiale au fost: pentru fibra de sticlă 5%, iar pentru răşină 25%.

Ca o concluzie de perspectivă [22], se socoteşte că şansele răşinilor de sinteză de a pătrunde pe pieţele rezervate metalului depind, tehnic, de posibilităţile de adaptare ale acestora la procedeele de lucru proprii metalului, iar viteza de pătrundere ţine necondiţionat de calitate, de durabilitate şi de costul fabricatelor sintetice.

BIBLIOGRAFIE

17. Niederstadt, G. Die mechanischen Eigenschaften der glasfaserverstärkten Kunststoffe. În: Schiff und Hafen, **15**, nr. 8, aug. 1963, p. 749.
18. Hauber, O. Normung von Glasfaser-Kunststoffen in der Luftfahrt. În: DIN Mitteilungen, **44** nr. 10, oct. 1965, p. 459.
19. Elastizitätsmoduln der Wichtigsten Kunststoffe. În: Kunststoff — Berater, **13**, nr. 1, ian. 1968, p. 66
20. Mooney, W. G. Les époxydes collent n'importe quoi à n'importe quoi. În: Construction methods and equipment, **44**, nr. 4, april. 1962, p. 110.
21. Ehrenstein, G., Anwendung glasfaserverstärkter Kunststoffe im Behälter — und Rohrleitungsbau. În: Technische Uberwachung, **6**, nr. 2, febr. 1965, p. 49.
22. Kaltverformte Kunststoffe — eine Konkurenz für Metale. În: Kunststoff — Rundschau, nr. 3, mart. 1968.

CRONICĂ

PRIMUL REGULAMENT PRIVITOR LA EXTRACȚIA ȚIȚEIULUI ÎN ROMÂNIA. UN DOCUMENT INEDIT

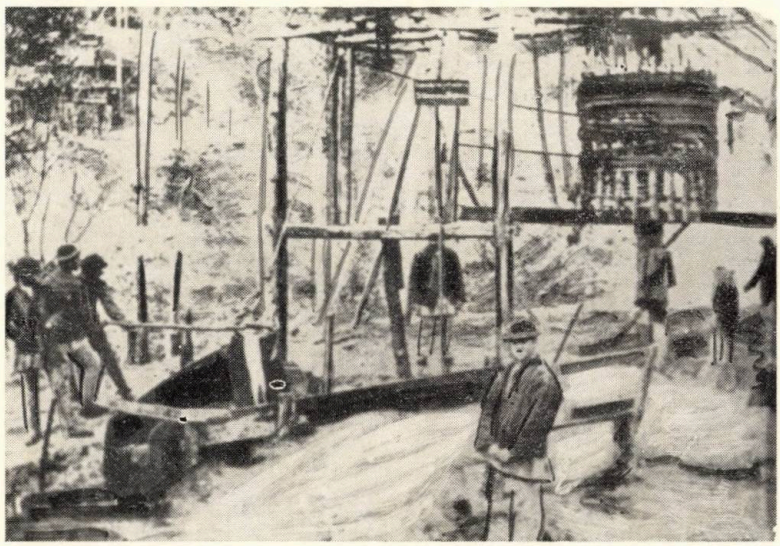
Secole de-a rîndul, zăcămintele de țiței din Țara Românească au constituit monopol domnesc, în sensul că extracția se făcea de către proprietarul în subsolul căruia se afla zăcămîntul, iar produsele obținute și venitul realizat din comercializarea lor reveneau exclusiv domniei. Produsele extrase în astfel de condiții erau valorificate prin intermediul vameșilor, la sume ce depășeau uneori valoarea aurului.

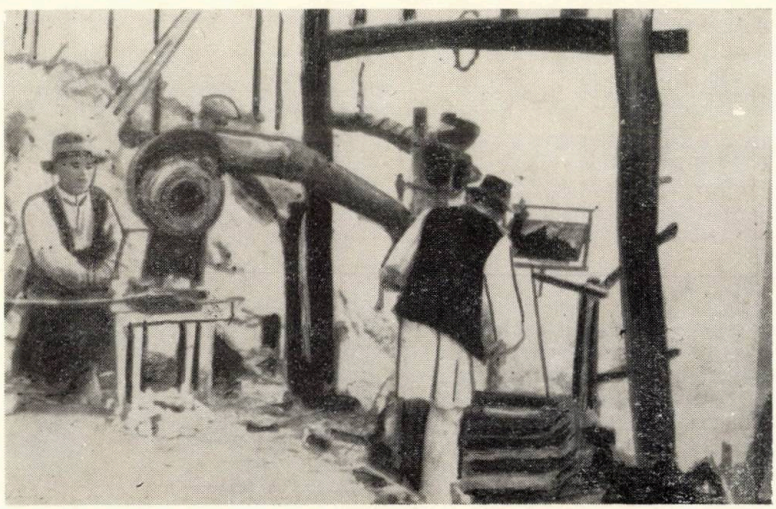
O dată cu aplicarea Regulamentului Organic, monopolul domniei asupra producției și a valorificării țițeiului este desființat, iar zăcămintele rămîn în posesia proprietarilor în subsolul cărora se aflau, lăsîndu-li-se acestora libertatea deplină de a le valorifica.

După tratatul de la Adrianopole, din anul 1829, o dată cu libertatea comerțului și limitarea amestecului Porții în treburile țărilor române, marea proprietate, inclusiv proprietatea mănăstirească, acordă atenție deosebită producției agricole, sursă de mari profituri, subestimînd posibilitățile oferite de extracția țițeiului. De această situație a profitat în perioada regulamentară mica proprietate, moșnenii și alte categorii sociale, care au valorificat produsele subsolului și au extins, în condițiile impuse proprietății funciare, extracția țițeiului și pe moșiile boierilor și ale mănăstirilor.

Extinderea utilizării țițeiului la iluminarea orașelor și, mai tîrziu, la producerea de forță motrice a provocat creșterea valorii produselor petroliere, iar profiturile au atras atenția marii proprietăți, care a început în deceniul al VI-lea al secolului trecut să valorifice aceste produse, îndepărtînd pe micii producători și acaparînd terenurile pe care se aflau asemenea zăcăminte.

Pentru sprijinirea acestor interese, Ministerul de Finanțe a depus la 21 iulie 1865 un proiect, elaborat de Consiliul tehnic, prin care se reglementa exploatarea țițeiului în condițiile capitalismului. Raportorul însărcinat cu prezentarea acestui proiect Consiliului de stat afirma că textul era influențat de legislația franceză din anul 1810 și opinia pentru menținerea prevederilor cuprinse în articolele 178 și 179, secția V, capitolul III din Regulamentul Organic al Țării Românești și în articolul 163, secția V, capitolul V din Regulamentul Organic din Moldova [1]. La 27 septembrie 1865, Consiliul de Stat compus din P. Poenaru, Dimitrie Bolintineanu, Al. Odobescu, col. I. Voinescu, Gr. Bengescu, Alexandru Crețulescu, [2] aprobă proiectul în forma și în conținutul pe care îl prezentăm integral.





PARTEA I

DESPRE CĂUTAREA MINELOR

Art. 1 Orice român sau streinu domiciliat în România sau nu, avînd capitalul său propriu sau în societate, are dreptu de a căuta descoperirea minelor petrouloase însă, prin paza formelor și obligațiilor prescrise prin Regulamentul de facia.

Art. 2. Cautarea descoperirii minelor nu se va putea efectua fie prin sondaje, puțuri sau galerii pe un terenu strein decît în urma unei învoieli cu proprietaru surfeți și cu autorizația guvernului.

Art. 3. Facerea sondajelor, a puțurilor sau galeriilor în apropiere de drumuri, stabilimente publice sau particulare cu curți și grădini nu se va putea efectua decît într-o depărtare de la 30 — 40 stînjeni.

Art. 4 Proprietarii terenurilor sub care s-ar afla mine petrouloase pot face căutări și fără autorizație mai înainte de a statornici esploatația, precum și de a se conforma dispozițiilor acestui Regulamentu.

Art. 5. Căutătorii minelor petrouloase, sunt obligați a ține jurnale despre sondajele făcute după modelu celor ce se țin de ingineru de mine.

Art. 6. Este poprit orice sondagiu în linia mersului stînciloru de sare, acolo unde minerii statului declară că trebuie pornite vreo esploatație cînd însă din întîmplare sondele sau puțurile au dat de sare, lucrările vor înceta și sondatorul va preda săpăturile în primirea primarului comunii care este obligat a comunica pe dată prin autoritatea competentă Ministerului Financelor.

Art. 7. Astuparea găurilor de sondă sau a preturilor făcute pentru descoperirea minelor nu se va putea efectua decît, în urma visitărilor de către inginer de mine.

PARTEA A II-A

DESPRE PROPRIETATEA MINELOR DE PĂCURĂ

Art. 8. Minele petrouloase nu vor putea fi esploatate decît în virtutea unui act de concessie deliberat în Consiliu de Stat.

Art. 9. Acest act va regula drepturile proprietarului suprafeţei asupra productelor minelor concedate.

Art. 10. Exploataţia păcurii va fi considerată atît pe cît va dura ca o proprietate numobilă şi că va fi transmisibilă prin formele prescrise prin codulu civilu.

Productele sau materiile ce se vor estrage, vor fi considerate ca mobiliere.

Art. 11. Transmiterea esploataţii minelor nu se va putea efectua prin loturi sau împărţită.

PARTEA A III-A

DESPRE OBŢINEREA CONCESIILOR

Art. 12. Orice individ sau societate are dreptulu de a cere şi de a obţine o concesie pentru esploataţia mineraleloru petrouloase.

Art. 13. Acordarea concesiunilor nu se va putea face decît aceloru individe sau societate care ar justifica posedarea facultaţiloru necesare pentru conducerea lucrărilor de a satisface obligaţiile ce i s-ar impune prin actulu de concessie.

Art. 14. Cererea pentru acordarea unei concesiuni, se va face către Ministerulu financeloru printr-o petiţie care va conţine tote drepturile şi obligaţiile cu care concesionaru primesce a i se da concesia.

Art. 15. Ministerulu financelor îndată ce primesce o asemenia cerere, o publică în ţară sau şi în străinătate dacă importanţa concesii ar reclama, în termenul de 80 dille, socotite de la data publicării prin monitor.

Art. 16. Cererile în concurenţă, se vor primi la Ministeru pînă la espirarea termenului prescrisu prin art. precedentu, cînd atunci, avîndu-se în vedere toate ofertele se va decide pentru a definitiva concurenţia.

Toate ofertele primite în urma cererii concesii, se vor publica în întregulu loru prin monitoru.

Art. 17. Statuarea definitivă concesii se va face printr-un decretu domnescu.

Art. 18. Timpulu duratei concesiunei va fi determinatu prin actulu de concesiune.

În toate cazurile însă, nu va fi mai mic de 5 ani, nici mai mare de 25, începuţi la data ei.

Art. 19. Toţi doritorii de a lua o concesie sunt obligaţi ca d-o dată cu cererea să prezenteze şi un planu regulatu de surfaţa terenului sub care voeşte a exploata, precum şi un actu de învoială cu proprietarul ei dacă va fi particularu.

Art. 20. Un individu sau o societate poate obţine mai multe concesii, însă cu obligaţia de a ţine exploataţia tutulor în activitate.

Art. 21. Dacă în termen de 6 luni de la data concesii, concesionaru sau concesionarii, nu ar începe lucrările, concesia se va socoti ca revocată.

Art. 22. Assicurările ce urmează a se lua pentru menţinerea concesiilor, se vor regula de către Ministerul finanţelor.

Art. 23. Supuşii streini în afacerile provenite în actulu de concesiune, vor fi consideraţi ca pămînteni români şi supuşi legilor ţării.

PARTEA A IV-A

DESPRE OBLIGAŢIILE PROPRIETARILOR DE MINE

Art. 24. Proprietarii mineloru dupe moşiile statului sînt obligaţi a plăti tezaurului publicu no dare anuală proporţională produselor estrase.

Aceasta dare va putea fi ni producte sau în bani după cum se va crede mai avantagiosu intereseloru statului.

Constatarea preţului producteloru estrase se va face după localitate şi că nu va fi valabilă decîtu pentru un anu, preînoindu-se astfel pînă la expirarea termenului concesii.

Plata dării anuale se va face către orice cassa publica în cursulu tezaurului şi la di a fiecăruia trimestru după guatăţimile estrase.

Art. 25. În orice cazu, darea proporţională, nu va fi mai mică de 10% din productulu forut şi că fa fi prevăzută prin budgetului anualu alu statului.

Art. 26. Proprietarii mineloru petroluase sunt obligaţi a indemnisa dupe o pretuire locală pe proprietarii surfeţei de venitulu terenului ce a întrebuinţat. Dacă însă lucrările întreprinse nu sînt decît pasagere şi dacă pămîntulu se poate da pe culturi în termen de un anu indemnizaţia va fi ridicată a venitului vieţii a terenului stricatu.

Art. 27. Cînd prin efectulu vecinataţii s-au pentru alta cauza lucrărite exploatatu unei mine, produc pagubă unei alteia, fie provenite din izvoare sau alte ape accidentale. Proprietarii de mine se vor înţelege amîndoi pentru despăgubire, suveranul va interveni prin esperţi şi va indemniza pe conta concesionarului pe păgubaşi.

Art. 28. Cînd o proprietate petrouloasă se da prin concesiune la mai mulţi indivizi sau societăţi în parte, atuncea fiecare din aceştia e dator a preciza dinainte quadrată de tarim ce voieşte a sonda. Această distanţă se va limita prin o circumferinţă care va înconjura quadratura concedată şi care va avea dreptulu pentru o prăjină naltă numerotată ce se va fixa în fiecare circumferinţă faţă de ingineru statului.

Art. 29. La caz cîndu din precugetări sau neîngrijire vreunul din sondatori parţiali s-ar întinde pe suprafaţa sau subpămînt peste limitele circumferinţei sale, intrînd în aceea a vecinului său, acest din urmă va avea dreptulu după constatarea faptului a cere prin canalu de judecată indemnizarea prevăzută de legi.

Art. 30. Cînd prin căutare sau chiar şi exploatarea mineloru de păcură s-ar găsi la alte mine, minere sau cariere, concesionarii nu le vor putea esploata decît obţinînd o specială şi din nou concesie. În asemenea cazu se va comunica pe dată şi ministerului finanţelor.

Art. 31. Concesionarul sau concesionarii sînt obligaţi ca la expirarea termenului concesiunii să lase fără nici-o despăgubire pe seama statului toate stabilimentele mobile.

PARTEA A V-a

DESPRE EXPLOATARE

Art. 32. Concesionarii care ar voi să facă exploatarea mineralelor petrouloase prin puţuri sau galerii sînt obligaţi a se conforma regulilor următoare :

a. Dacă puţurile vor avea o figură rotundă concesionarii le vor face de orice diametru aru voi. Dacă ele vor fi pătrate, sunt obligaţi a nu le face mai mari decît maximum decît 6 palme în fiecare parte.

b. Facerea puţurilor patrate obligă pe antrepenor a le ghizdui cu ghizduri de stejar cel puţin de 2 ţoluri de groase treptatu şi după înaintarea lucrării în adîncime astfel încît exploataţia şi se poate face fără nici-un pericol pentru lucrătorii care le vor precarda.

c. Cînd exploataţia se va face prin galerii, concesionarii vor avea în vedere că, întarinte lor să fie nu mai pe mole terene de o bună consistenţă, dar şi îmbrăcate cu lemnărie astfel să poată fi precantate cu toate siguranţa. Lărgimea acestor galerii, va fi pînă la 1 ½ stînjeni şi ele vor fi ghizduite pe cît se va putea într-un modu, astfel încît lucrătorii să poată fi apăraţi de orice pericolu.

Art. 33. Cînd siguranţa exploataţiei sau aceea a lucrătorilor va putea fi compromisă prin orice cauză ar fi, concesionarii sînt obligaţi de a încunoştiinţa pe dată Ministerului Finanţelor despre starea minelor ce ar fi ameninţată care pe dată ar trimite un ingineru miner pentru luarea măsurilor trebuincioase în apărarea răului.

Art. 34. În cazu cînd în excursiunile ce vor face inginerii de mine ar dovedi în urma unei vizitări interioare ameninţarea unui pericol eminerent, el are dreptulu pe al sa responsabilitate de a lua toate măsurile necesare pentru evitarea răului, comunicînd însă dispoziţiile luate şi ministerului.

Art. 35. Concesionarii sunt obligaţi a ţine un registru şi planu pentru înaintarea lucrărilor jurnaliere şi al circumstanţelor prin care a trecut exploataţia şi care la vizitarea ce se va face de către inginerul de mine li se va comunica.

Aceştia sunt obligaţi că dacă va crede de trebuinţă a da oricarea instrucţiuni pentru evitarea a orice inconvenientu să le înscrie chiar pe acel registru.

Art. 36. Cînd o parte sau totalitatea exploataţiei nu ar mai fi în stare să mai urmeze fără a fi un pericolu viaţa muncitorilor şi aceştia ar fi recunoscută

chiar de proprietara minii, lucrările vor înceta pe dată. În asemenea cazu toate puțurile sau galeriile făcute se vor astupa cu cheltuiala concesionarului.

Art. 37. Cînd concesionarul ar contesta pericolul ce amenință vo mină, se va institui o comisie, compusă de un reprezentant al concesionarului, de un ingineru de mine și un membru al consiliului permanent districtual care cercetînd din nou mina, va încheia un procesu verbal cu toate deslușirile cuvenite, precum și de un plan interioru și exterioru de mine și le va înainta Ministerului spre a le subpune în deliberația Consiliului tehnicu care va decide asupra închiderii sau urmării exploatației. În cadrul acestei decizii se va putea apela la consiliul de stat.

Art. 38. În toate cazurile închiderea exploatației nu se va putea efectua mai înainte de a fi vizitată de către ingineru de mine.

Art. 39. În toate cazurile de contestație prevăzute în acest regulament sau care se vor naște din circumstanțe vor fi supuse unei prețuiri.

Art. 40. Prețuitorii se vor alege dintre inginerii de mine sau și alți oameni responsabili și experimentați în asemenea lucrări.

Art. 41. Nici un planu nu va admisu ca vo faptă doveditoare dintr-o contestație dacă n-a fost ridicat și verificată de către un inginer de mine.

Art. 42. Dificultățile care s-ar ridica între administrație și exploatare provenită, fie din acte de concesie, fie din limitatea minelor vor fi judecate și hotărîte de Consiliul de Stat.

PARTEA A VI-a

DESPRE SUPRAVEGHEREA EXPLOATAȚIEI DE CĂTRE INGINERU

Art. 43. Inginerii de mine al statului au dreptul d-a supraveghea atît conserv. edificiunilor, cît și a solidit. terenurilor, ei vor observa modula cum se face exploatația fie pentru a lumina pe proprietaru asupra inconvenientelor sau îmbunătățirilor, fie de a încunoștiința pe ministeriu asupra viciurilor, pericolelor în care se găsescu.

Art. 44. Cînd exploatația compromite siguranța lucrărilor mineri sau a locuințelor surfeti, Ministerului Financelor, după încunoștiințarea cei se va face de către autoritățile locale pe de o parte va suspenda lucrarea și pe de altă prin ingineru miner va lua tote măsurile putincioase spre evitarea răului.

Art. 45. În cazu de accidentu survenitu într-o mină fie din înundație, focu, asphicsie, surparea pămîntului sau ruperea mașinilor și orice alte cauze care ar fi ocazionat moartea sau rănirea unuia sau mai multor lucrători, concesionarii, sau în lipsa loru directorii lucrărilor, vor comunica pe dată ministerului finanțelor sau inginerului de mine, spre a lua măsurile cuvenite.

Art. 46. Concesionarii sunt obligați a avea depozite de medicamente trebuincioase, în propor. cu muncit. lucrătorilor și întinderea exploatației.
Cînd într-o distanță apropiată ar fi mai mulți concesionari, ei sunt datori a avea un serviciu și un chirurg, spre a procura lucrătorilor în cazuri de accidente ajutoru lor.

Art. 47. Concesionarii și conducătorii lucrărilor care nu s-ar conforma dispozițiilor prezente și care s-ar provoca rănirea sau moartea lucrătorilor vor fi dați în judecată.

Art. 48. Proprietarii de mine sau în lipsa loru oamenii loru sunt obligați a da toate informațiile inginerilor ce vor veni în inspecție a le înlesni și mai cu sema acelea care reclamă surveghere specială, precum și a le prezenta registrele de înaintarea lucrărilor jurnaliere.

Art. 49. Copii de la 10 ani în jos sunt popriți de-a intra în mine, precum și orice lucrători care ar fi bolnav sau beat. Streinii nu vor putea vizita lucrările decît cu voia directorului localu și atuncia însoțiți de unulu din mineri cei mai experimentați.

Art. 50. Concesionarii de mine își vor fixa un domiciliu și dacă concesionarul este vo societate, acesta se obligă a alege una singură persoană care să dirijeze lucrările, într-amîndouă consiliile se va comunica ministerului.

PARTEA A VII-a

DESPRE CONTROLUL DREPTULUI CUVENIT LUCR. PUBLIC

Art. 51. Concesionarii mineralelor petrouloase după măsurile statului sunt obligați a ține un registru șnuruit și pecetluit de Ministerul Finanțelor în care va înscrie pe fiecare zi materiile extrase din mină.

Art. 52. Ei sunt obligați a nu vinde în consumație sau exploatație nici a ridica din productele extrase și înmagazinate sau nu, fără știrea cunost. agentului însărcinat de către ministerulu financelor cu verificarea și constatarea dreptului cuvenit tezaurului publici.

Art. 53. Statulu își rezervă dreptulu unui controlu absolut, precum și acela de a confisca în folosință sau nu numai toate materiile și productele pe care concesionarii ar fi nevoit să le sustragă de la dreptulu cuvenitu tezaurului, dar și vo amendă de 5 ori mai mare valuării productelor găsite în contravenție.

O instrucție specială și detailată va preciza formele, compatibilitatea și întinderea controlului asupra concesionarilor, materiilor petrouloase.

PARTEA A VIII-a

DISPOZIȚII GENERALE

Art. 54. Mineralele petrouloase aflate sub proprietate particulară sunt scutite de orice don către stat. Concesionarii lor însă sunt obligați a se conforma pe viitoru celorlalte regule prescrise prin regulamentul de față.

Art. 55. Guvernul are facultatea ca, cînd pe proprietățile sale se află asemenea mine și fie și deosebite materiale care ar fi trebuincioase la clădirea stabilimentelor ce urmează a se înființa, de către acei ce ar lua concesia exploatării, să le predea materialele trebuincioase rusa, prin despăgubire care se va prevedea prin actulu de concesie.

Art. 56. — Cînd pe o proprietate particulară se va descoperi mine și proprietarul nu va voia le exploata singur nici a le închiria după un termen de 18 luni ce i se va da de guvernu, atunci statulu este în dreptu ca prin continut. ca să le exploateze în folosu sau dînd stapînului minei parte din cîștigul curat pe luna care, se va mai adăuga și-o indemnitate no date pentru tot d-a una despre stricăciunile pricinuite surfeței terenului.

Art. 57 Guvernulu are facultatea a da nu o singură concesie exploatația mineloru petrouloase, aflate pe una sau mai multe proprietăți ale statului, însă această facultate se mărginește la circumferința unui district Ministeru finantelor (ss) N. Crețulescu.

Directoru regiilor (ss) indescifrabil. (3)

BIBLIOGRAFIE

1. *** Arh. St. București, Consiliul de stat, 139/1865. f3.
2. Arh. St. Bucucureşti, Consiliul de Stat 139/1865. f7.
3. Arh. St. București. Consiliul de Stat. 139/1865. f72—79.

C. BONCU

NOTE TEHNICE

Producţia mondială de ţiţei s-a dublat în ultimul deceniu

Tabela alăturată arată că producţia mondială de ţiţei s-a dublat între anii 1959 — 1969, ajungînd de la 1 010 mil. t/an, la peste 2 130 mil. t, la sfîrşitul anului trecut. Creşterea anuală medie de 7,7% pentru întregul deceniu, indică o mărire substanţială a producţiei în toate zonele principale şi mai ales în Libia şi Iran, care au înregistrat performanţe remarcabile. Este de observat că centrul de greutate al producţiei mondiale de ţiţei se deplasează spre est. Astfel, în timp ce producţia din emisfera occidentală a crescut cu 41% în deceniul trecut, ea a crescut de 2,5 ori în ţările socialiste din emisfera orientală şi de 3,4 ori în celelalte ţări din această emisferă. Creşterea moderată a producţiei în S. U. A. nu a fost posibilă decît în urma restricţiei impuse importurilor, însă o redresare convenabilă se aşteaptă după începerea operaţiilor de punere în valoare a zăcămintelor bogate din Alaska. Venezuela a evoluat tot atît de lent, datorită atît preţurilor ridicate, cît şi explorărilor insuficiente. Ea va trece în curînd de la locul al doilea, la locul al cincilea pe scara mondială, după S. U. A., U. R. S. S., Iran şi Libia. Canada are perspectiva să-şi valorifice mai bine resursele prin exporturi mai importante în S. U. A., dacă acestea îşi vor revizui politica petrolieră. În ţările Americii Latine, producţia a crescut cu 50% în Mexic şi s-a dublat sau triplat în Argentina, Brazilia, Peru şi Chile. Rezultatele recente ale forajelor pentru ţiţei în ţările din Europa Occidentală sînt destul de slabe în comparaţie cu succesele obţinute în sectorul producţiei de gaze naturale. Această zonă europeană posedă în prezent zăcăminte de prima mărime, atît pe continent (la Slochteren), cît şi sub mare (Leman Bank). În Orientul Mijlociu, creşterea producţiei, în ultimii zece ani, de la 231 la 633 mil.t/an este impresionantă. Iranul — cu rezervele sale mari — şi-a reluat locul de mare producător după criza de la Abadan, din 1952 — 1953. Arabia Saudită progresează satisfăcător, dar producţia din Kuweit nu a dat rezultatele aşteptate datorită — în parte — conţinutului mare de sulf al ţiţeiului său. Turcia a început să se dezvolte satisfăcător. În Africa, succesul Libiei este fără precedent, ajungînd să ocupe locul al patrulea cu 150 mil. t/an, numai după opt ani de lucrări. Calitatea superioară a ţiţeiului produs şi apropierea de marile centre consumatoare, îi asigură noi progrese. Algeria proiectează mărirea producţiei cu 43% în următorii patru ani; Nigeria tinde spre un program stabil după terminarea războiului, iar Tunisia a început să aibă primele rezultate.

Producţia mondială de ţiţei (în mii tone)

America de Nord	1950	1964	1968	1969
Statele Unite	378 783	417 144	502 767	510 000
Canada	25 577	40 897	56 947	63 000
	404 360	458 041	559 714	573 000
Regiunea Antile				
Venezuela	146 573	177 271	187 144	187 000
Columbia	7 581	8 805	9 188	10 550
Trinidad	5 904	7 037	9 467	8 100
	160 058	193 113	205 799	205 650
Alte ţări din America Latină				
Mexic	13 716	16 448	20 014	21 000
Argentina	6 350	14 244	17 947	18 500
Brazilia	3 083	4 341	7 797	8 300
Peru	2 377	3 085	3 650	4 750
Chile	837	1 784	1 749	1 750
Bolivia	413	416	1 898	1 750
Ecuador	363	368	238	230
	27 139	40 686	53 293	56 280
Orientul Mijlociu				
Iran	45 630	84 249	141 791	167 600
Arabia Saudită	54 162	85 794	140 998	148 300
Kuweit	69 533	106 715	122 085	129 000
Irak	41 730	61 429	73 848	74 700
Abu Dhabi	—	9 003	24 006	28 800
Kuweit zona neutră	6 051	19 503	22 827	23 700
Qatar	7 993	10 136	16 363	17 100
Oman	—	—	12 068	16 300
R.A.U.	3 076	6 353	8 995	14 000
Bahrein	—	—	1 000	3 800
Turcia	2 253	2 460	3 768	3 600
Siria	372	886	3 103	3 500
Dubai	—	—	—	1 000
Israel	128	199	109	100
	230 928	386 727	570 961	631 500
Africa (fără R. A. U.)				
Libia	—	41 572	124 524	150 000
Algeria	1 303	26 227	42 145	44 000
Nigeria	570	5 933	7 020	26 000
Gabon-Congo (Brazz.)	753	1 142	4 684	5 000
Tunisia	—	—	3 173	3 400
Angola	51	905	752	2 500
Maroc	94	120	89	60
	2 771	75 899	182 387	230 960
Europa Occidentală				
R. F. a Germaniei	5 103	7 672	7 982	7 900
Austria	2 459	2 663	2 724	2 720
Franţa	1 622	2 845	2 688	2 500
Olanda	1 773	2 268	2 147	2 020
Italia	1 695	2 586	1 508	1 500
Spania	—	—	108	100
Marea Britanie	84	134	76	75
	12 736	18 168	17 233	16 815
Extremul Orient				
Indonezia	18 460	23 332	29 400	37 000
Brunei-Sarawak	5 449	3 589	6 330	6 800
India	442	1 212	5 773	6 500
Australia	—	190	1 767	1 980
Birmania	508	558	745	800
Japonia	406	657	781	775
Pakistan	319	499	490	500
	25 584	31 037	45 286	54 355
Emisfera Occidentală	591 557	691 840	818 806	834 930
Emisfera Orientală	272 021	511 840	817 927	935 710
	863 578	1203 680	1 636 733	1 770 710
Europa Orientală şi R. P. Chineză				
U.R.S.S.	129 500	223 603	309 000	328 800
R. S. România	11 437	12 395	13 287	13 250
R. S. F. Iugoslavia	592	1 799	2 494	2 800
P. P. Ungară	1 036	1 801	1 807	1 700
R. P. Albania	479	785	985	1 200
R. P. Polonă	175	282	475	500
R. P. Bulgaria	194	160	474	320
R. S. Cehoslovacă	110	195	200	200
R. D. Germană	—	30	60	60
R. P. Chineză	3 700	8 500	9 800	14 000
	147 223	249 550	339 582	362 830
Total mondial	1 010 801	1 453 230	1 975 315	2 133 470

În Orientul îndepărtat, Indonezia înregistrează o creştere de producţie continuă; India a avut succese importante, care, însă, nu pot satisface nevoile proprii, iar Australia a devenit un producător modest.

În ţările socialiste, producţia de ţiţei a crescut cu un procent anual superior celui din ţările capitaliste; U. R. S. S. îşi dezvoltă noile zăcăminte descoperite în Siberia, iar China a reuşit să pună în valoare o regiune importantă cu o producţie ce-i conferă o autonomie, ţinînd seama de consumul său intern destul de redus.

Stormont, H. D. **Aspectele dezvoltării rafinăriilor din Europa de vest în următorii trei ani**

Capacitatea instalaţiilor de distilare a ţiţeiului în rafinăriile Europei de vest a întrecut pe cea a rafinăriilor din Statele Unite cu peste 1 mil. barile/zi şi va ajunge — ţinînd seama de noul program de construcţii eşalonat pînă la sfîrşitul anului 1972 — la o capacitate totală de 18 mil. barile/zi. Aceasta înseamnă o creştere de 4 mil. barile/zi faţă de nivelul actual.

În acest timp, Statele Unite vor construi numai 2,5 mil. barile/zi, care vor mări capacitatea totală la 15 mil. barile/zi, respectiv cu 3 mil. barile/zi mai puţin decît Europa de vest.

Creşterea capacităţii rafinăriilor din fiecare ţară vest-europeană diferă însă foarte mult, după cum se vede în tabela 1.

unor rafinării din Marea Britanie, Italia şi Franţa. În anii următori, situaţia se va schimba, şi anume din cele 2 550 000 barile/zi, ce reprezintă creşterea în anii 1971 şi 1972, aproape 1 450 000 barile/zi vor proveni din noile rafinării aparţinînd societăţilor internaţionale (Mobil Oil, Gulf Oil; B-P etc.), care vor să extindă operaţiile în ţările sau în regiunile unde nu au rafinării.

Este important de menţionat faptul că instalaţiile de prelucrare secundară a produselor nu urmează creşterea instalaţiilor de distilare. Aceasta se observă în figura 1, care prezintă evoluţia proceselor secundare în raport cu capacitatea de distilare primară a ţiţeiului. Astfel, cracarea catalitică a crescut de la 600 000 barile/zi, în 1965, la 780 000 barile/zi, în 1969, şi va ajunge la 1 050 000 barile/zi, în 1973. Comparînd cele două perioade s-ar părea că procesul de cracare catalitică va fi mai mult utilizat în 1973 decît în 1965. În realitate, raportat la curba capacităţii de distilare, acest proces va fi cu 1,5% mai puţin utilizat în 1973 decît în 1965.

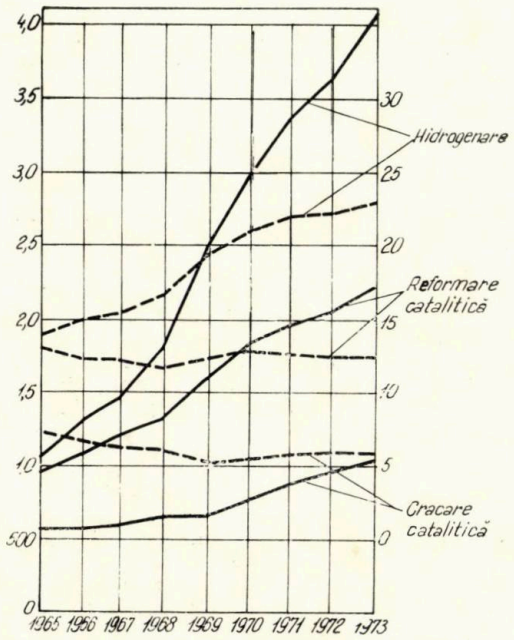


Fig. 1. Evoluţia proceselor secundare faţă de capacitatea de distilare:

——— capacitatea de distilare: 1 mil. bbl/zi; - - - - - % faţă de capacitatea de distilare.

Repetînd comparaţia pentru reformarea catalitică, se vede că acest proces îşi menţine nivelul de utilizare (13%) şi în anul 1973. În schimb, procesele de tratare cu hidrogen (hidrocracarea, hidrorafinarea, hidrodesulfurarea) arată o continuă creştere, şi anume: 14% în 1965, 21% în 1969 şi 23% în 1973. În raport cu capacitatea de distilare, acest proces a evoluat de la 1 050 000 barile/zi, în 1965, la 4 050 000, în 1973.

TABELA 1

Creşterea capacităţii de distilare a ţiţeiului (în 1 000 barile/zi)

Ţara	Capacitatea actuală	Capacitatea adăugată			Capacitatea la 1. I. 1973
		1970	1971	1972	
Belgia	669	54	130	60	913
Franţa	2 317	209	104	60	2 690
Italia	2 963	366	382	100	3 811
Olanda	1 362	40	212	155	1 769
Spania	685	45	—	295	1 025
Marea Britanie	2 301	62	111	151	2 625
R. F. a Germaniei	2 375	138	45	175	2 733
Alte ţări	1 286	262	210	346	2 104
Total	13 958	1 176	1 194	1 342	17 670

Se remarcă progresul Italiei, care va avea o capacitate de 3,8 mil. barile/zi, dar va fi întrecută de Japonia, care va ajunge la 4,4 mil. barile/zi.

În anul 1969, creşterea capacităţilor de distilare a rezultat din mărirea instalaţiilor existente, şi această situaţie se va repeta în mare măsură şi în anul 1970. Astfel, din totalul de 1 176 000 barile/zi capacitate nouă proiectată pentru anul 1970, 670 000 barile/zi vor proveni din extinderea actualelor instalaţii ale

DOCUMENTARE

Titarenko, N. H. ş. a. **Influenţa *p*H asupra filtraţiei fluidelor de foraj tratate cu clorură de calciu şi stabilizate cu BSAC.** În : Burenie, nr. 1, ian. 1970, p. 22

Se prezintă rezultatele cercetării influenţei *p*H asupra filtraţiei fluidelor de foraj tratate cu clorură de calciu şi stabilizate cu borhot sulfitalcoolic condensat (BSAC). Cu mărirea *p*H-ului, filtraţia acestor fluide creşte şi se înrăutăţeşte receptivitatea suspensiei pentru tratarea ei în continuare cu reactiv.

Procesul de înrăutăţire a filtraţiei este reversibil, ceea ce confirmă nedescompunerea chimică a stabilizatorului BSAC odată cu creşterea *p*H-ului.

Gealilov, N. M. ş. a. **Influenţa duratei de menţinere a sapei cu diamante la talpă asupra frecvenţei complicaţiilor survenite la extragerea şi introducerea garniturii de foraj.** În : Burenie, nr. 1, ian. 1970, p. 7—9

Se tratează problema legată de necesitatea reglementării frecvenţei extragerii garniturii de foraj pentru şablonarea părţii de gaură netubată a sondei în cazul duratei mari de lucru continuu cu sapele cu diamante la talpă.

În urma analizării datelor de schelă, privitoare la utilizarea sapelor cu diamante la sondele de pe cîmpurile Karadag şi Zârea, s-a stabilit că în cazul săpării în formaţiuni cuprinzînd roci cu permeabilitate bună trebuie şablonată partea netubată a găurii de sondă la fiecare 24 — 36 ore. Dacă se traversează formaţiuni argiloase, operaţia trebuie făcută la fiecare 48 — 60 ore. Şablonarea este necesară pentru a preveni complicaţiile provocate de înţepenirea sau aşezarea garniturii de foraj.

Kennedy, J. L. **Triplex : o nouă familie de pompe de noroi.** În : Oil Gas J., **68**, nr. 2, ian. 12, 1970, p. 77—82

Se descrie un nou tip de pompe triplex cu simplu efect, aşa zisele pompe cu jumătate de piston, din cauză că se utilizează numai jumătatea unui piston cu garnituri de cauciuc de la pompele cu dublu efect.

Pompele fiind cu simplu efect, se elimină presetupa dinspre capul de cruce. Orice defectare a garniturii pistonului se detectează imediat. Acest aranjament permite şi răcirea cămăşii pompei.

Spre deosebire de pompele cu dublu efect, pompele triplex-cu triplu efect au diametrul de piston mai mic — dimensiunea maximă de piston fiind 6 sau 61/2 in — şi cursa, de asemenea, mai mică, 8 sau 10 in. În schimb, turaţia este mai ridicată, 175 sau 150 rot/min şi presiunea de lucru 5 000 psi (350 kgf/cm^2). S-au construit pentru puteri între 500 CP şi 1 600 CP. La puteri egale, o astfel de pompă are numai 3/4 din lungimea unei pompe duplex cu dublu efect şi greutatea ceva mai puţin de 3/4. Corpul de noroi este simplificat şi cei trei cilindri identici.

Cu toate că variaţia de presiune în timpul unui ciclu este de numai 25% faţă de 48% cît are pompa duplex cu dublu efect, se recomandă utilizarea unui amortizor de pulsaţii.

Carturile de exploatare sînt mai mici decît la pompele duplex cu dublu efect.

Seid—Rza, M. K. ş. a. **Etanşeitatea contactelor materialelor de obturare între ele şi cu suprafeţele burlanelor.** În : Azerbaigeanskoe neftеanoe hozeaistvo, **50**, nr. 2, feb. 1970, p. 20—23

Se prezintă rezultatele obţinute în urma cercetărilor efectuate cu ajutorul unei instalaţii special construite pentru determinarea posibilităţii de strecurare a gazelor pe la contactele dintre suprafeţele diferitelor materiale de obturare, precum şi pe la contactele lor cu suprafeţele metalice.

S-a stabilit, astfel, că posibilitatea strecurării gazelor pe la contactul dintre suprafeţele materialului de obturare şi a burlanelor în prezenţa unui strat de fluid de foraj depinde de tipul materialului de obturare, gazele avînd capacitatea cea mai mare de strecurare pe la contactele cimenturilor uşoare, precum şi la cele ale cimenturilor obişnuite de obturare cu metalul în prezenţa unui strat de fluid de foraj.

Nabiev, G. I. ş. a. **Problema determinării prin metodă grafică a presiunii de strat.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 2, feb. 1970, p. 27—28

Se examinează problema de importanţă practică foarte mare, şi anume : determinarea presiunii de strat prin metodă grafică fără oprirea sondelor.

Cu toată simplitatea şi acceptabilitatea metodelor existente pentru determinarea presiunii de strat fără oprirea sondelor, exactitatea presiunilor de strat determinate prin aceste metode nu întotdeauna satisface exigenţele oamenilor de schelă. Aceasta mai ales în cazurile, cînd stratul se exploatează cu menţinerea presiunii de strat şi organizarea exploatării raţionale a zăcămintelor depinde în multe privinţe de exactitatea determinării presiunii de strat.

Starţev, A. A. ş. a. **Influenţa construcţiei armării sapelor cu conuri asupra eficienţei dislocării rocilor.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 2, feb. 1970, p. 20—23

Prin numeroasele lucrări efectuate în condiţii de laborator şi de schelă s-a stabilit că rocile tari, abrazive şi elastic fragile se dislocă mult mai eficient cu ajutorul dinţilor de formă semisferică. În ceea ce priveşte dislocarea rocilor elatic-plastice părerile autorilor sînt împărţite, atît în ceea ce priveşte alegerea formei şi dimensiunii dinţilor, cît şi a amplasării lor pe conuri.

În Başkiria, la traversarea rocilor elastic-plastice s-a studiat eficienţa sapelor cu trei conuri prevăzute cu construcţii diferite ale armării conurilor. S-a estimat eficienţa sapelor cu diametrul de 214 mm, tipurile : pentru roci tari (T) şi tari spre extratari (T. K.) armate cu dinţi frezaţi prismatici, construcţiile: K—214 T, 2 K—214 T, K—214 TK, 2 K—214 TK ; pentru roci extratari (K), armate cu butoni cu vîrf semisferice, construcţiile: K—214 K, 1 K—214 K, 2 K—214 K, precum şi pentru roci tari şi tari spre extratari, armate cu butoni cu vîrf în formă de pană, construcţiile : 1K—214 TZ, 1 K—214 TKZ.

O atenţie deosebită a fost acordată studiului eficienţei dislocării rocilor cu sape armate cu butoni prevăzuţi cu vîrf semisferic. S-a stabilit, astfel, că prin mărirea diametrului şi proeminenţei butonilor cresc viteza mecanică şi avansarea pe sapă. Dintre formele existente ale suprafeţelor active a sapelor cu conuri pentru dislocarea rocilor elastic-fragile şi elastic — plastice de tărie medie şi tari, cea mai eficientă este cea semisferică. În cazul sapelor cu butoni, de tipurile K şi TK, construcţiile 2 K—214 K şi 1 K—214 TKZ avansarea pe sapă şi viteza mecanică sînt cu 40 — 90% şi respectiv 20 —40% mai mari decît la sapele de tipul T cu dinţi frezaţi prismatici.

Se fac recomandări pentru perfecţionarea în continuare a construcţiei armării conurilor sapelor.

Streleţ, G. A. ş. a. **Degradarea coloanelor tubate în depozitele salifere.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 2, feb. 1970, p. 28—31

Se prezintă datele analizării cazurilor de degradare a coloanelor tubate în depozitele salifere, precum şi de complicaţii în timpul forajului în astfel de depozite produse între anii 1963—1968. S-a stabilit că cele mai multe cazuri de turtire a coloanelor sînt legate de formaţia rocilor salifere produsă

după cîtva timp (de la cîteva zile la mai multe luni) de la tubarea coloanei, ca urmare a relaxării tensiunilor din jurul găurii de sondă.

Se face descrierea rezultatelor cercetărilor de laborator asupra proprietăților reologice ale halitului (NaCl) și bișofitului ($MgCl_2 \cdot 6\,H_2O$) luați drept cei mai tipici reprezentanți ale celor două categorii de roci salifere, dintre care pericolul cel mai mare în timpul forajului îl prezintă rocile din categoria bișofitului.

Pe baza datelor obținute s-au construit nomograme de calcul și se fac recomandări concrete pentru soluționarea problemei examinate.

Allahverdiev K. G., Dadașev, N. G. **Influența rotirii garniturii de foraj asupra pierderii de presiune în timpul circulației sondei.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 2, feb. 1970, p. 32—35.

În urma unei analize critice a datelor din literatura de specialitate și a cercetărilor experimentale efectuate la sonda 100 Șahova Kosa, de mare adîncime, s-a stabilit influența rotirii garniturii de foraj (de 6 500 m lungime) asupra pierderii de presiune în timpul circulației sondei.

Bazați pe aceste cercetări autorii au ajuns la concluzia, că rotirea garniturii la forajul cu masa de mare adîncime reprezintă pentru circulația sondei un factor favorabil, deoarece duce la o reducere substanțială a pierderilor de presiune — pînă la 10%.

Dar la forajul cu turbina rotirea garniturii de foraj contribuie la început (pînă la 20 — 25 rot/min) la o ușoară reducere a presiunii de circulație (cu 1 — 3%), dar cu creșterea în continuare a vitezei de rotație, crește și presiunea de circulație, depășind-o pe cea inițială cu 3 — 5%.

Baghirov, M. K. **Influența proprietăților reologice ale țițeiurilor asupra duratei efectului fisurării hidraulice a stratelor.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 2, feb. 1970, p. 28—30

După cum se știe, eficiența fisurării hidraulice a stratelor este diferită în cazul diferitelor zăcăminte.

Utilizînd datele de schelă privitoare la fisurările hidraulice a stratelor efectuate în zăcămintele din Azerbaigean și aplicînd metoda statisticii matematice autorul constată că acolo unde țițeiul este vîscos-plastic, durata medie a efectului fisurării hidraulice a stratelor este mai redusă decît acolo unde țițeiul este numai vîscos. Aceasta se explică prin separarea cu scurgerea timpului din țiței a substanțelor parafinos-asfalteno-bituminoase, care reduc prin blocare canalele de filtrație și fisurile formate prin fisurarea hidraulică a stratelor.

*** **Gaze naturale importate în Europa Occidentală.** În: Petroleum Press Service, **37**, nr. 1, ian. 1970, p. 8—9.

Un raport al Comitetului special pentru Organizarea Cooperării și Dezvoltării Economice (OCDE) arată că importurile de gaze naturale și de gaze lichefiate (GNL) în țările Europei de vest, vor ajunge la 28 000 mil. m³/an în 1975. Ele vor reprezenta 14% din necesitățile energetice ale acestor țări, în urma contractelor de livrări încheiate de curînd de U. R. S. S. cu R. F. a Germaniei, Italia, Austria și Franța. Pe de altă parte, U. R. S. S. a semnat un acord pentru importul a 20 miliarde m³/an gaze naturale din Iran, satisfăcînd mai economic necesitățile regiunilor meridionale ale U. R. S.S. decît prin aducerea gazelor proprii din Asia centrală, care vor fi trimise pe conductă în Europa. Resursele de gaze naturale ale zăcămintelor din zona europeană a OCDE sînt estimate la aproape 4 000 miliarde m³, din care 3 300 miliarde sînt rezerve dovedite, iar 700 miliarde rezerve probabile. Ele reprezintă în total un echivalent de circa 3 400 mil. t petrol. Resursele Uniunii Sovietice sînt evaluate la peste 9 000 miliarde m³, iar cele din Algeria, Libia și Orientul Mijlociu totalizează 8 430 miliarde m³.

Perfecționările tehnice în transportul GNL cu navele metaniere vor face posibilă, de asemenea, importarea unor mari cantități de gaze din alte continente.

Dezvoltarea acestor importuri la periferia zonelor OCDE va depinde însă de prețul și de securitatea aprovizionării lor. Raportul OCDE prezintă următoarele date (tabela 1)

TABELA 1

Țara exportatoare	Țara importatoare	Durata contractului, ani	Data primei livrări	Cantitatea, miliarde m³/an
Algeria	Anglia	15	oct. 1964	1,0
Algeria	Franța	15	mart. 1965	0,5
R.S.C.	Austria	10	sfîrșitul 1965	0,15
U.R.S.S.	Austria	23	sfîrșitul 1968	1,5
Libia	Spania	15	în 1970	1,1
Libia	Italia	20	în 1970	2,4—3,0
Algeria	Franța	15	în 1970—72	3,5
Irak	Turcia	—	în proiect	3,0
U.R.S.S.	R. F. a Germaniei	20	1973	3,0
U.R.S.S.	Italia	20	1973	6,0

Asupra importurilor de gaze naturale și GNL în Europa Occidentală.

În ceea ce privește repercusiunile asupra celorlalte forme de energie — care se vor manifesta în urma introducerii gazelor naturale în principalele sectoare de consum din Europa de vest — raportul OCDE prevede că gazele naturale și GNL vor înlocui treptat cărbunele; producția gazelor fabricate din cărbune sau din produsele de petrol va începe să scadă, iar utilizarea gazelor de cocserie va fi mult redusă. Pătrunderea în industria siderurgică a oțelului și a producerii electricității va fi mai puțin importantă, cu excepția centralelor electrice aflate în apropierea marilor zăcăminte cunoscute.

O dezvoltare considerabilă se va înregistra în sectorul menajer, al încălzirii locuințelor, precum și al industriilor mici și mijlocii, consumatoare de combustibili lichizi.

Gazele naturale apar acum ca un concurent nou pe piața internațională a energiei, tinzînd la scăderea prețurilor.

*** **Instalație nouă pentru recuperarea criogenică a hidrocarburilor din gazele naturale.** În: Oil Gas Intern., **10**, nr. 1, ian. 1970, p. 68

La Hastings în S.U.A. a intrat în funcțiune o instalație care folosește metoda criogenică pentru lichefierea și recuperarea etanului și a componenților mai grei C_3; n-C_4; i-C_4; C_5+ din gazele naturale. Acești componenți izolați în stare pură, sînt utilizați în special în industria petrochimică, iar metanul rezidual este pompat în conducta de consum. Instalația tratează 150 mil. ft³/zi gaze, care sînt în prealabil separate de impurități (urme de ulei, apă, nisip), uscate prin site moleculare pînă la un punct de rouă de —84,4°C și apoi răcite la —37°C cu propan și gaze reziduale. Condensatul, care conține 50% din componenții recuperabili, este separat de restul de gaze necondensate și apoi trimis într-o coloană de demetanizare. Vaporii separați sînt răciți în a doua treaptă cu

etilenă, la —93°C, cînd se condensează 87% din etanul conținut în gazele naturale. Aceste gaze evacuate din demetanizator, conțin în majoritate metan, au o valoare calorică de min'mum 8 900 kcal/m³ și sînt folosite la ardere. Lichidul din fundul coloanei de demetanizare este fracționat succesiv în coloanele de deetanizare, depropanizare și debutanizare.

Etanul evacuat prin vîrful primei coloane este trecut în stare de vapori peste un strat de site moleculare pentru eliminarea bioxidului de carbon și a vaporilor de apă, după care este condensat și pompat pe o conductă specială cu presiunea de 147 at. Propanul lichefiat din coloana a doua este trecut la rezervorul de depozitare, iar amestecul de butani este separat de gazolină în coloana a treia, de debutanizare. Înainte de depozitare, gazolina este tratată pentru eliminarea compușilor cu sulf (mercaptani) prin transformarea lor în disulfuri. Amestecul de butani este fracționat într-o coloană pentru obținerea *n*-butanului și izobutanului, ultimul compus fiind purificat în stare lichidă prin site moleculare. Instalația cuprinde și o altă coloană în care se fracționează gazolina brută condensată și evacuată periodic din conducta de gaze naturale. Fracțiunea ce conține butani este injectată în materialul care alimentează coloana de debutanizare. Se menționează că instalația, neavînd apă suficientă pentru răcire și pentru producerea aburului, folosește intens răcitoare cu aer, schimbătoare de căldură cu țevi cu aripioare din aluminiu și ulei, în locul apei. Compresoarele sînt acționate de o turbină de 20 000 CP, iar gazele evacuate încălzesc sistemul de circulație a uleiului utilizat în locul apei calde sau aburului. Instalația, construită de Kellogg, produce anual 162 000 t etan ; 239 000 m³ propan ; 714 400 m³ *n*-butan ; 33 400 m³ izo-butan și 72 200 m³ gazolină.

* * * **Rezervoare din beton pretensionat pentru GNL.** În : Oil Gas J., **68**, nr 1, 5 ian. 1970, p. 95—96

La Barcelona s-au construit două rezervoare cu pereți dubli, din beton pretensionat, pentru depozitarea gazelor naturale lichefiate (GNL). Ambele rezervoare au înălțimea de 42 m și diametrul de 30 m. Ele sînt așezate pe cîte un inel de fundație din beton, un strat de nisip comprimat și o placă de beton acoperită cu o placă de oțel cu 9% nichel, de 4,76 mm grosime. Această placă metalică trece pe sub baza peretelui interior din beton și se leagă de o manta din oțel carbon tip A 283, grad C de 4,76 mm grosime, care acoperă complet fața exterioară a peretelui de beton. Legăturile cu buclă de expansiune între peretele exterior și interior, precum și între peretele interior și fundul din oțel, permit mișcarea independentă a acestora. Peretele interior de beton este construit din panouri turnate, lungi de 30,6 m, cu secțiunea conică avînd la bază 305 mm grosime și la vîrf 152 mm. Ele sînt pretensionate vertical în timpul turnării și circumferențial după ridicare și așezare pe inelul de bază. Panourile se reazemă pe plăci de alunecare din oțel cu nichel pentru a se permite mișcarea peretelui în timpul pretensionării și răcirii. Deasupra rezervorului s-a montat placa de acoperiș din beton, în formă de dom, cu grosimea de 101 mm, avînd pe margine un inel tensionat. Peretele exterior al rezervorului este o manta din oțel-carbon tip A 283 grad C de 7,94 mm grosime, rezemată pe inelul de bază, la distanța de 760 mm de fața peretelui inter or de beton. La partea cilindrică superioară, mantaua este prevăzută cu un inel de compresiune din oțel, care este legat de marginea unei plăci circulare din oțel carbon de 4,74 mm grosime, așezată la 760 mm distanță de domul interior de beton și care constituie acoperișul exterior al rezervorului.

Spațiul inelar dintre cei doi pereți laterali și cele două acoperișuri ale rezervorului este umplut cu pulbere de perlită, peste care se introduce metan uscat. Presiunea din acest spațiu izolant este egalizată cu presiunea din interiorul rezervorului. După terminarea montajului s-a efectuat proba hidrostatică a rezervoarelor, cu nivelul apei la 19 m, la care s-a adăugat presiunea pneumatică de 0,63 at. A urmat golirea, purjarea cu un curent de azot și apoi răcirea cu GNL pompat din rezervoarele unui metanier. Această operație a durat 9 zile, deoarece media de scădere a temperaturii a fost de 1,5°F/h. Se menționează că ambele rezervoare au intrat în funcțiune.

* * * **Situația rafinăriilor din Italia.** În: Petroleum Press Service, **37**, nr. 2, febr. 1970, p. 70—71

Capacitatea potențială maximă a celor 29 de rafinării din Italia a fost de 126 mil. t la 1 ianuarie 1969, iar capacitatea de prelucrare autorizată de Ministerul Industriei a fost, la aceeași dată, de 101,5 mil. t. Noile construcții realizate în 1969 au mărit capacitatea rafinăriilor cu 20 mil. t, ridicînd totalul capacității anuale de prelucrare la 145 mil. t. Italia este astfel în fruntea țărilor din Europa de vest, ale căror rafinării înregistrează următoarele capacități de prelucrare :

R. F. a Germaniei	116 mil. t
Anglia	110 mil. t
Franța	107 mil. t
Olanda	66 mil. t
Belgia	33 mil. t

Capacitatea rafinăriilor din Italia, deși este foarte importantă, nu a fost totuși utilizată decît 77% în 1968, dar se prevede că va ajunge la 84% la finele anului 1972, cînd va totaliza 124 mil. t.

Rezerva de capacitate a acestor rafinării nu poate fi utilizată decît cu un permis special al ministerului de resort, ce se acordă cu condiția ca plusul de produse obținute să fie destinat exportului. Rafinăriile italiene au prelucrat în 1969 100 mil. t țiței, adică cu 9% în plus față de anul 1968.

Consumul interior de produse a fost de 66 mil. t sau 12,5% mai mult decît în 1968. Exporturile au crescut cu 4%, înregistrînd 26 mil. t în aceeași perioadă.

Produsele mai importante, consumate pe piața internă, au fost următoarele :

37 mil. t păcură	(plus 8%)
8,6 mil. t benzină	(plus 9%)
8,2 mil. t motorină	(creștere de 38%, ca urmare a reducerii taxelor pentru motorină utilizate la încălzire)
1,6 mil. t petrol	(plus de 46%, datorită creșterii utilizării la încălzire)
1,8 mil. t bitum	(plus de 14%).

La export, motorina se situează în frunte, deși a înregistrat o scădere de 7% și un total de 9,6 mil. t.

Păcura, în creștere cu 20%, ajunge la 8 mil. t, în timp ce benzina, cu un plus de 6%, totalizează 3,3 mil. t.

Exporturile de materii prime petrochimice au scăzut cu 6% și înregistrează 1,8 mil. t.

Ewing, Robert, C. **Instalație pentru incinerarea deșeurilor în strat fluidizat.** În : Oil Gas J. **67**, nr. 50, 15 dec. 1969, p. 68—69

Societatea American Oil a construit și pus în funcțiune, la rafinăria sa din Mandan (S. U. A.), o mică instalație pentru incinerarea deșeurilor de fabricație, într-un strat de nisip fluidizat, la temperatură înaltă. Diferitele deșeuri, ca: gudroane, emulsii, leșii uzate, nămoluri uleioase, resturi de chimicale mirositoare etc., pot fi astfel complet transformate în bioxid de carbon, vapori de apă și cenușă, fără emanații de fum sau mirosuri supărătoare în atmosfera înconjurătoare. Instalația se compune dintr-un incinerator cu diametrul de 4 m și înălțimea de 9 m, căptușit în interior, care conține un strat de nisip de 1,35 m grosime, care se încălzește în prealabil la 750° C. Un ventilator introduce un curent de aer prin acest strat, menținînd nisipul în stare de fluidizare și agitare continuă. Gudroanele și nămolurile cu resturi de produse combustibile sînt introduse cu pompa la partea inferioară a stratului de nisip, dintr-un rezervor prevăzut cu încălzitor și amestecător. Soluțiile caustice uzate sînt introduse dintr-un alt rezervor la partea superioară a stratului fluidizat, unde apa se evaporă foarte repede. Hidrocarburile rău mirositoare sînt repede arse, iar materialul alcalin rezultat se combină cu produsele de ardere, formînd carbonați și sulfați de sodiu, care rămîn în stare solidă în stratul de nisip. Pentru a se menține nivelul acestuia, o parte din materialul acumulat este evacuat cu ajutorul unui transportor cu șurub

şi poate fi utilizat, spre exemplu, la nivelarea terenurilor. Gazele din incinerator, care conţin bioxid de carbon, vapori de apă, azot şi oxigen sînt evacuate în atmosferă după ce au trecut printr-un ciclon şi un spălător cu apă. Noua instalaţie funcţionează intermitent din august 1969, este uşor repusă în funcţiune şi supravegheată de operatorul unei instalaţii învecinate şi este automatizată şi prevăzută cu dispozitive de alarmă şi oprire de la distanţă.

Rezultatele practice obţinute au confirmat eficienţa metodei de incinerare în strat fluidizat, care satisface astfel şi regulamentele impuse contra poluării aerului. Metoda este şi economică cu condiţia ca încălzirea stratului de nisip să se realizeze numai prin utilizarea reziduurilor combustibile conţinute în materialul ce se incinerează. În acest scop este necesară o triere şi o amestecare adecvată a materialului.

În încheiere se dau datele de proiectare ale instalaţiei.

Date de proiectare

Utilităţi

1. Curent electric		
440 V, ...	kW	142
110 V, ...	kW	10
2. Apa de răcire. . . . . 75° F şi 53 psig	gal. min	170
3. Gaze la punerea în funcţiune,	pic.^{3}/min	38
4. Abur, 430° şi 140 psig.	lb/h	790
5. Aer pentru incinerator, 100 psig	pic^3/min	35
6. Aer pentru aparate, 60 psig	pic^3/min	10

SCURTE ŞTIRI

Planul pentru creşterea producţiei de ţiţei în U.R.S.S.

Uniunea Sovietică a pus în aplicare planul pentru dezvoltarea producţiei de ţiţei şi anume mărirea de cel puţin cinci ori a producţiei actuale, pînă în anul 1975, apoi dublarea acestei producţii, pînă la sfîrşitul deceniului 1970—1980.

Rezervele de ţiţei şi de gaze ale Siberiei, estimate să producă anual 500 mil. t/an ţiţei şi 70 mrd. m^3 gaze, urmează a fi puse la dispoziţia industriilor.

Acest plan va necesita dezvoltarea căilor de comunicaţie şi în special a conductelor cu diametru mare pentru transportul ţiţeiului şi al gazelor. Procurarea acestor conducte se va face pe bază de schimb, din ţările europene, cărora U. R. S. S. le va furniza atît ţiţei, cît şi gaze.

★

Prospecţiuni seismice făcute de Turcia în Mediterana

Filiala din Turcia a societăţii Colf Oil, împreună cu International Resources, filiala societăţii engleze King Resources din Denver, au fost însărcinate cu executarea prospecţiunilor seismice pe cele 350 000 ha, obţinute în 1967, în golful Iskenderum de pe coasta mediteraniană a Turciei.

★

Răzbirea unei noi sonde marine în Abu Dhabi

Întreprinderea japoneză Abu Dhabi Marine Oil Co. a răzbit o primă sondă productivă de ţiţei la circa 75 km vest de oraşul Abu Dhabi, în septembrie 1969. Recent, la circa 13 km NE de această sondă, societatea japoneză a răzbit o a doua, a cărei producţie de ţiţei este estimată la 3 000 t/zi.

★

Refacerea producţiei de petrol a Nigeriei

După încetarea ostilităţilor, în Nigeria a început campania refacerii industriei de petrol, primul obiectiv fiind cea din Biafra, unde producţia va fi mărită cu 30%, ajungînd în martie 1970 la 95 400m^3/zi. Pentru 1975, producţia Nigeriei a fost planificată la 318 000 m^3/zi.

Cea mai importantă societate petrolieră, care activează în Nigeria, este grupul Shell-British Petroleum, care în curînd va produce singură peste 80 000m^3/zi ţiţei din schelele sale de la Imo River. În acest scop, instalaţiile staţiilor sale terminale de depozitare şi de încărcare a navelor petroliere de la Bonny River şi Forcados vor fi reparate şi repuse în funcţiune. În regiunea Oguta, din Biafra, în care operează Shell-BP, AGIP şi SAFRAP, situaţia este mai dificilă, urmînd a se reface mai întîi staţia de pompare de la Rumuekepe şi conducta de ţiţei de la aceasta, la Owerri.

În afară de aceste întreprinderi, societatea americană Gulf Oil, care lucrează exclusiv la exploatarea zăcămintelor marine, a căror instalaţii n-au fost afectate de război, are o producţie zilnică de ţiţei de 32 000 m^3/zi. În 1970, Gulf, va pune în producţie alte două schele petroliere, la Okan.

Societatea Mobil Oil va începe să producă din schelele sale marine Venus şi Saturn, începînd din aprilie 1970, circa 8 000 m^3/zi.

★

Conducta de ţiţei Adriatica — Bratislava

Cele patru ţări interesate, R. S. F. Iugoslavia, R. P. Ungară, R. S. Cehoslovacă şi R. P. Polonă, duc tratative pentru finanţarea proiectului conductei comune de ţiţei din portul Bakar, de pe coasta Mării Adriatice, pînă la Bratislava. În acest scop, se va înfiinţa o societate comună pentru construcţia şi exploatarea conductei.

În principiu, costul conductei va fi acoperit numai de primele trei ţări, pe teritoriul cărora va trece conducta, iar costul transportului va fi calculat pe tona transportată pentru fiecare ţară în parte.

★

Repararea rezervoarelor de produse petroliere prin acoperire cu răşini poliesterice

Rezervoarele pentru depozitarea produselor petroliere din Canevy Island (Essex-Anglia), au prezentat, după 20 de ani de funcţionare, grave coroziuni, care au produs serioase pierderi prin evaporare, precum şi pericolul accidentării personalului obligat să calce peste aceste capace.

Capacele au fost mai întîi curăţate de vechea vopsea, prin suflare cu nisip, apoi acoperite cu un prim strat de răşină poliesterică izoftalică, de viscozitate redusă. După aceasta, s-au aplicat succesiv, prin presare cu role, cinci strate de fibre de sticlă, la sfîrşit presărîndu-se nisip, pentru a evita alunecarea personalului de deservire. Operaţia s-a dovedit complet satisfăcătoare.

★

Construirea unui port în largul Mării Nordului

Oraşul Hamburg proiectează construirea unui port în largul mării Nordului, la 12 km depărtare de oraşul de coastă Cuxhaven. Suprafaţa acestui port va fi de 500 ha, iar lucrările — care vor dura aproape patru ani — vor costa 400 mil. mărci. Noul port va avea adîncimea de 22 — 25 m şi va putea primi tancuri petroliere de tipul gigant, pînă la 350 000 t. Un dig de 12 km lungime va face legătura portului cu coasta mării. Se menţionează că în portul Hamburg intră, în mod obişnuit vapoare de pînă la 85 000 t şi că estuarul Elbei va fi dragat în cursul acestui an, pînă la adîncimea de 15 m, ca să permită intrarea vaselor cu tonaj superior.

O nouă sondă de gaze pusă în producţie în Marea Nordului

Grupul Hamilton a răzbit o nouă sondă de gaze pe blocul 43/8, la circa 162 km NE de Fasington, din Lincolnhire, Anglia. Probele făcute au stabilit că sonda va putea produce 850 000 m ^{3}/zi gaze naturale.

Deocamdată, sonda a fost închisă. Acelaşi grup, în vara anului 1969, a răzbit o sondă pe blocul 43/20, la o distanţă de circa 36 km.

★

Benzina auto care reduce la jumătate hidrocarburile nearse

Societatea Standard of California (SOCAL) a comunicat unei comisii de experţi din California cîteva date asupra realizării laboratoarelor societăţii Chevron Research, după 15 ani de cercetări, cu privire la un component a benzinei auto, care reduce cu peste 50% emisia în atmosferă a hidrocarburilor nearse (CO).

Acest component, denumit F-310, a început să fie fabricat într-o instalaţie nouă, construită de SOCAL la rafinăria sa de la Richmond — California.

Atît probele de laborator, cît şi probele la drum, arată că noul carburant a redus conţinutul hidrocarburilor nearse de la 550 la 250 p.p.m, la un autovehicul rulat circa 3 000 km, reducînd totodată şi consumul de carburant.

Ingredientul F-310 a început să fie introdus în toate calităţile de benzină fabricate de Chevron, puse în vînzare în regiunea Los-Angeles, de la începutul lunii ianuarie 1970. Produsul va fi oferit şi altor rafinării.

Noile dispozitive pentru evitarea poluării aerului, cu care sînt echipate autovehiculele din California şi care întrebuinţează această benzină, se menţin curate, consumînd noua calitate de benzină.

Chiar la autovehiculele uzate, care scot fum şi ale căror motoare au depozite de zgură, după consumarea cîtorva rezervoare de benzină specială, compoziţia hidrocarburilor nearse este ameliorată.

★

Construcţia primului superpetrolier pe 400 000 tdw

Firma Globtik Tankers, din Londra, a comandat şantierelor navale japoneze Ishikawajenia Harima Heavy Industries un superpetrolier de 400 000 tdw, care va fi cel mai mare petrolier din flota mondială.

Livrarea este prevăzută pentru primăvara anului 1972. Nava a fost închiriată pe termen de 20 de ani întreprinderii japoneze Tokyo Tankers, pentru traficul între Golful Persic şi Japonia.

Globtik Tankers va trece în curînd la comanda unei nave petroliere de 500 000 tdw.

★

Cea de a 2-a Conferinţă tehnologică pentru forajul pe mare

Conferinţa a fost ţinută la 22 — 24 aprilie 1970 în oraşul Houston din Texas, în clădirea Thomas Convention Center.

Prima conferinţă marină a avut loc la data de 18 — 21 mai 1969, de asemenea, la Houston.

★

Mărirea rafinăriei Shell de la Haven-Anglia

Societatea Shell va construi o nouă unitate de prelucrare de mare capacitate, la rafinăria sa de la Haven-Anglia.

Unitatea va cuprinde o instalaţie de hidrocracare de 5 000 t/zi, asociată cu o instalaţie pentru producerea hidrogenului şi cu o instalaţie de hidrotratare.

Instalaţia de hidrocracare va produce un component cu cifră octanică ridicată, pentru amestec în benzina auto; petrol pentru alimentarea celor două unităţi de platformare ale rafinăriei, sau — în cazul alternativ — combustibil pentru turboreactoare.

Noua unitate este planificată să intre în funcţiune în cursul anului 1974, iar instalaţia de hidrotratare, care va avea o capacitate de prelucrare de 4 000 t/zi, este planificată să intre în funcţiune în 1972.

★

Brevetarea unui nou procedeu pentru separarea *n*-parafinelor cu site moleculare

Noul brevet, obţinut de firma Union Carbide Corp., este al cincilea din seria brevetelor care tratează evoluţia procedeelor de separare cu site moleculare. El se referă la procedeul izobaric de separare a *n*-parafinelor din amestecuri de hidrocarburi, cu ajutorul sitelor moleculare.

Revendicarea se referă la contactul de adsorbţie selectivă sub presiune pozitivă, eliminînd *n*-hexanul şi fracţionînd materialul de purjare (*n*-hexan) din produsele normale şi cele nenormale — rafinate — pentru reciclare.

Separarea cu site moleculare a compuşilor normali, din subprodusele ieftine de alimentare a instalaţiilor petrochimice, cum este petrolul şi motorina, s-a dovedit a fi un procedeu economic pentru obţinerea materiei prime necesare fabricării detergenţilor biodegradabili (LAS-alchilsulfonaţi liniari), a plastifianţilor şi a agenţilor activi de suprafaţă, industriali.

★

Conductă de gaze de 10 in construită cu viteză medie de 4,2 km/zi

Una dintre cele mai importante construcţii de conducte efectuate în S.U.A. în cursul anului 1969, a fost conducta de gaze, în lungime de 460 km cu diametrul de 10 in, între New Mexico şi West Texas şi către partea superioară a Midwestului, pentru completarea sistemului de transport al gazelor aparţinînd societăţii MAPCO.

Societatea constructoare „Pankandle Construction'' din Lubbock, Texas, a executat lucrarea în 109 zile calendaristice, cu viteza medie de 4,2 km/zi calendar. (maximă = 4,575 km/zi lucrătoare, iar minimă = 4,575 km/zi lucrătoare).

Societatea constructoare a folosit o maşină îmbunătăţită pentru izolarea conductei, fabricată de firma „REMCO Manufactury'', care curăţă conducta prin periere şi apoi o înfăşoară cu bandă izolatoare.

★

Proiectul conductei de ţiţei Trans-Panama

Guvernul statului Panama a semnat un acord cu întreprinderea IMEG şi firma germană Thyssen Stahlunion — Export, pentru construcţia unei conducte de ţiţei trans-Panama, proprietatea statului.

IMEG şi Thyssen vor soluţiona: finanţarea, aprovizionarea cu materiale şi instalaţii, construcţia şi apărarea conductei, staţia terminală oceanică şi instalaţiile anexe.

Costul proiectului este estimat la 80 mil. $.

★

Reducerea costului depozitării subterane a gazelor naturale în S. U. A.

Costul depozitării subterane a gazelor în 1967 a fost de 18,88 cenţi/100 ft^3, iar în 1968 a scăzut la 16,04 cenţi/1 000 ft^3.

Cifrele au fost raportate de FPC (Federal Pauer Commission), pe baza datelor a 13 societăţi pentru transportul gazelor naturale.

La finele anului 1968, se găseau în funcţiune 315 depozite, în 26 state. Din acestea, 181 (60%) au fost operate de firme pentru transportul pe conducte, aflate sub jurisdicţia FPC.

Cele 181 depozite au o capacitate totală de depozitare de 2,5 trilioane ft^3, gaze naturale.

Cantitatea maximă de gaze în 1968 a fost de 15,1 mrd. ft^3/zi, adică cu 2% mai puţin ca în 1967.

★

Staţiile de distribuţie în R.F. a Germaniei

În 1965 au existat în R. F. a Germaniei 40 640 staţii de alimentare cu benzină şi accesorii auto. Aceste staţii au crescut la 47 185 în 1969, însă la 1 ianuarie 1970, un număr de 1336 staţii, aparţinînd marilor societăţi de distribuţie, au fost închise. La această dată, totalul staţiilor a fost 45 849. Reducerea lor are drept scop micşorarea cheltuielilor de distribuţie şi îmbunătăţirea serviciilor prestate automobiliştilor, cu posibilitatea ca revînzătorii să-şi poată mări veniturile, prin vînzarea numeroaselor accesorii moderne. Se proiectează totodată înfiinţarea unor staţii speciale cu autoservire, amplasate pe arterele de mare circulaţie. În acelaşi timp, societăţile mici de distribuţie au mărit numărul staţiilor cu 248 ; numărul distribuitorilor particulari este în creştere, iar 5900 revînzători au scăzut preţurile produselor, sub preţurile normale.

★

Deschiderea portului petrolier Ashkelon în Israel

Noul terminal petrolier al Israelului, Askelon, la coasta Mediteranei, a fost declarat deschis — în mod oficial — cu instalaţiile pentru manipularea simultană a şase nave petroliere.

Funcţionarea, la întreaga sa capacitate, este aşteptată să se producă în curînd, după terminarea instalaţiilor aferente conductei magistrale de ţiţei cu diametrul de 42 in (1 m), care leagă Marea Mediterană cu Marea Roşie.

★

Încheierea tratativelor între U.R.S.S. şi R.F. a Germaniei pentru livrarea de gaze naturale

Între ambele state s-a încheiat un acord pe termen de 20 ani, care reprezintă volumul cel mai mare al schimburilor economice bilaterale dintre U.R.S.S. şi R. F. a Germaniei.

U. R.S.S. vor livra circa 52,1 mil. m^3 gaze naturale, în perioada 1973 — 93, transportate printr-o conductă de gaze în lungime de peste 2 900 km, pînă la frontiera R. S. Cehoslovacă, unde se va racorda cu reţeaua de gaze a R. F. a Germaniei.

Grupul Mannesmann — Thysien va livra către U.R.S.S. 1,2 mil. t conducte pentru gaze, cu diametrul de 1,42 m, în perioada de timp 1970 şi 1972, iar un grup de bănci din R. F. a Germaniei s-a angajat să furnizeze U.R.S.S.-ului creditele necesare pentru finanţarea cumpărării ţevilor.

★

Norvegia va exporta în S. U. A. gaze naturale lichefiate produse din Marea Nordului

Societatea Phillips Petroleum a pus în producţie două sonde de gaze naturale pe platforma continentală a Norvegiei, care au dat la probele de producţie cîte 1,133 mil. m^3/zi.

Deoarece distanţa pînă la ţărmul englez (360 km) este mare, iar fundul mării spre coasta norvegiană prezintă mari dificultăţi, s-a decis să se construiască pe loc, o instalaţie pentru lichefierea gazelor, pe o platformă marină. Gazele lichefiate vor fi exportate în S.U.A. Gazele produse din platforma continentală a Angliei sînt contractate de Gas Councel, pentru consumul intern al Angliei, astfel că nu pot fi exportate.

★

Gaze sovietice pentru Japonia

În conferinţa economică care a avut loc la Moscova, în februarie 1970, s-a încheiat un acord pentru livrarea de gaze naturale din Iakuţia şi Sahalin, către Japonia.

U.R.S.S. va construi o conductă de gaze trans-Sahalin, cu traseul Iakuţia — Habarovsk Sahalin, prin care vor fi transportate pînă la 10 000 mil. m^3/an, gaze naturale.

★

Societatea japoneză Ishikawajima Hanma a semnat un contract pentru a construi un tanc petrolier de 420 000 tdw. Un alt vas petrolier de 400 000 tdw va fi construit de aceeaşi societate în 1972 — 1973 la un cost estimat de 28 mil. dolari.

★

S-a primit aprobarea pentru construirea unui punct terminal de descărcare a tancurilor petroliere din categoria 500 000 tdw pe mare la 28 km în larg lîngă portul Le Hâvre — Franţa.

★

O sondă săpată în golful Bonaparte la 22 km sud-vest de Portul Darwin, Australia — Sonda I Petrol — a fost scăpată în erupţie liberă. Se va săpa o sondă de salvare la o distanţă de 600 m de sonda accidentată.

★

S-a descopeit un nou zăcămînt petrolifer în deşert, în regiunea vestică a Egiptului. Sonda Abu Gharadiq Sud a erupt 260 t/zi ţiţei pe o duză de 3/4 in = 19 mm, din două orizonturi situate la adîncimea de 2 823 — 27 şi 2 931 -35m. În plus, se anunţă că s-au descoperit trei strate gazeifere avînd o grosime totală de 210 m.

★

La sfîrşitul anului 1969, producţia din emisfera de est a depăşit pe cea din emisfera de vest. Aceasta este datorită în special Africii, care în 1959 producea numai 16 500 t/zi, iar în 1969 a depăşit 700 000 t/zi. La această creştere au contribuit cel mai mult, Libia şi Algeria, dar şi noile şantiere din Nigeria, Cabinda Egipt, Tunisia şi Gabon.

Ţara care exportă cel mai mult petrol din lume este Iran, care în 1969 a depăşit Venezuela.

★

În 1969, producţia mondială de petrol a atins 4 900 000 t/zi faţă de 4 541 457 t/zi în 1968. În ţările socialiste, producţia zilnică la sfîrşitul anului 1969 a fost 1 010 000 t/zi faţă de 958 000 t/zi la sfîrşitul anului 1968. Numărul de instalaţii de foraj active la sfîrşitul anului 1969 a fost de 2 188. În acest total nu sînt cuprinse ţările socialiste.

★

În Marea Britanie, o serie de releveuri geofizice efectuate de diferiţi oameni de ştiinţă în colaborare cu Universitatea din Durham, lasă să se întrevadă că este posibil să existe straturi de roci sedimentare care să conţină petrol, într-o zonă situată la vest de insulele Orkney şi Sthetland.

În explorările efectuate în Marea Nordului s-au descoperit gaze naturale cu un debit de circa 1 mil. m^3/zi la circa 80 mile de coasta Yorkshire şi la circa 20 mile nord-vest de recenta descoperire în blocul 43/20.

Pentru stabilirea importanţei acestor două descoperiri sînt necesare foraje suplimentare.

★

În Grecia s-au acordat permise de explorare submarină la două societăţi americane : A D A Oil Exploration Corporation pe o suprafaţă de circa 4 000 km^2 în jurul insulei Lemnos şi Oceanic Exploration Corporation pe o suprafaţă de circa 8 000 km^2 în largul coastei Traciei. A D A va cheltui 7,2 mil. dolari U. S. în cursul viitorilor 5 ani, iar Oceanic, 5 mil. dolari.

★

Biroul de cercetări şi participări miniere din Maroc a anunţat descoperirea unui important zăcămînt de gaze naturale la nord-est de Rabat.

★

Noua unitate de foraj submarin a Societăţii Santa Fe International, în valoare de 4 mil. dolari US, Cabar Queen, a ajuns în Nigeria unde va fi folosită la programul de dezvoltare al noilor zăcăminte exploatate de Mobil Corporation.

★

Cea mai mare platformă de foraj terestru din lume Swampmaster, a intrat din nou în funcţiune după o inactivitate de cîteva luni; o platformă identică Swamp Queen, în curs de construcţie, va începe un contract de forare pe termen de 3 ani, în Nigeria.

★

În Siria, cele trei zăcăminte de la Karachuk, Suwaidiyah şi Rumailan au produs în 1969 în medie 10 000 m ^{3}/zi. Se proiectează să se mărească producţia acestor zăcăminte, în prezent de 12 000 m ^{3}/zi, la 25 000 m^3/zi la sfîrşitul acestui an.

★

Între Egyptian General Petroleum Corporation şi Societatea japoneză North Sumatra Oil Development Cooperation Company s-a încheiat un acord cu privire la explorarea submarină în Golful de Suez, în zona situată la sud de Ras Gharib, pe o suprafaţă de 100 km^2. Conform acestui acord, se va înfiinţa o nouă societate, în care Petroleum Exploration Public Corporation, aparţinînd guvernului japonez, va avea o participare de 50% şi alte societăţi japoneze, restul. Această societate va suporta toate cheltuielile de explorare şi de dezvoltare, care vor fi recuperate din producţie; de asemenea, vor vărsa o primă de 5 000 000 dolari la semnarea contractului şi încă una egală atunci cînd producţia va atinge 8 000 m ^{3}/zi. Perioada de explorare este de trei ani; cea de exploatare, de cincisprezece ani, poate fi reînnoită pe 5 ani, la cererea societăţii japoneze.

★

În Abu Dhabi, al doilea puţ de la Mubarraz a dat o producţie de circa 500 m ^{3}/zi petrol cu un conţinut de sulf de numai 0,7%, la o adîncime de 3000 m şi 300 m ^{3} condensate la o adîncime de 3 500 m. Acest puţ este situat la 15 km de puţul nr. 1 Mubarraz, care, la o adîncime de 2 900 m, a produs 500 m ^{3}/zi petrol de 33° cu un conţinut de 2,2% sulf.

Abu Dhabi Oil Company (societate japoneză) care explorează această regiune întreprinde în prezent un vast program de forare.

★

Conform unor declaraţii ale societăţii United Geophysical Corporation, care efectuează releveuri în Kalimantanul central şi meridional, Kalimantanul central ar fi una din cele mai bogate regiuni producătoare de petrol din Indonezia, într-un viitor apropiat.

★

În Australia, regiunea Dongara şi structurile învecinate din Yardarine şi Mondarra conţin rezerve de gaze naturale estimate la 20 000 m ^{3}.

Puţul Rosencath nr. 1, situat la 65 mile la est de zăcămîntul de gaz de la Moomba şi la 35 mile la nord-est de zăcămîntul de gaz de la Toolachee, la extremitatea de sud-est a Queenslandului, a produs gaze cu un debit de 175 000 m ^{3} printr-o duză de 0,5 ţoli pătraţi.

★

După o serie de încercări efectuate de societatea Imperial s-a descoperit, în Canada, în regiunea arctică, petrol la puţul de la Atkinson Point la 50 mile nord-est de Tuktoyaktuk, în delta fluviului Mackensie, la o adîncime de 1 900 m.

★

U. S. National Science Foundation va prelungi cu trei ani proiectul de forare în larg, pentru care vasul Glomar Chalenger a făcut croaziere în oceanele Atlantic şi Pacific. S-au găsit pentru prima oară urme de hidrocarburi în straturi sedimentare la mari adîncimi, în structuri de sare în Golful Persic.

★

Importul de petrol în Republica Federală a Germaniei a crescut în anul 1969 faţă de anul 1968; astfel: ţiţeiul, de la 84,1 mil. t în 1968, la 89 mil. t în 1969; produsele rafinate (inclusiv livrările din Republica Democrată Germană) de la 20,9 mil. t la 25,1 mil. t; gaze naturale, de la 1 540 la 2 550 mil. m ^{3}. Din ţiţeiul importat anul trecut, se estimează că 35,5% a provenit din Orientul Mijlociu, 45,5% din Libia, 13,2% din alte ţări din Africa, 4% din emisfera occidentală şi 3,8% din Uniunea Sovietică.

★

Italia a importat anul trecut 101,5 mil. t ţiţei, faţă de circa 87 mil. t în 1968. Din acestea, 57,5% provin din Orientul Mijlociu, 28% din Libia, 9% din U.R.S.S., 2,5% din emisfera occidentală şi circa 3% din Algeria şi alte ţări din Africa. O cantitate suplimentară de 25,9 mil. t pentru rafinăriile în afara Italiei, a trecut prin Genova (8,8 mil. t) şi prin Trieste (17 mil. t.).

★

În Algeria, Societatea El Passo a semnat un acord pe termen de 25 ani cu United Fuel Gas pentru vînzarea a 10 mil. m ^{3}/zi gaze naturale din Algeria. După obţinerea aprobării guvernului livrările vor începe în noiembrie 1973. Aceasta este prima vînzare pe bază de contracte în virtutea acordului societăţii El Passo cu Sonatrach, care prevede un export de gaze naturale de 25 mil. m ^{3}/zi, spre coasta de est a Statelor Unite.

★

Conform acordului comercial în valoare de 170 mil. între Egipt şi U.R.S.S. pentru 1970, U.R.S.S. va vinde Egiptului ţiţei în valoare de 6,3 mil £, produse petroliere în valoare de 4,1 mil, £, 30 000 t uree şi 500 000 t cărbune şi va cumpăra din Egipt 2 mil. t ţiţei de Morgan şi 45 000 t petrol.

ENI a anunţat că producţia sa de petrol se va ridica la circa 22 mil. t/an în 1971, faţă de aproape 7 mil. t în 1968, bazîndu-se pe diferitele zone în afara Italiei unde are concesiuni, Libia şi Golful Persic.

★

Conform unui studiu recent publicat în Buletinul Serviciului de Informare spaniol, consumul de gaze naturale va atinge în Spania 7 700 mil. m ^{3} în 1972 (96% pentru industrie şi 4% pentru uz casnic) şi 16 400 mil. m^3 în 1982 (91,5% şi 8,5%).

★

În Statele Unite, după estimări preliminare, consumul interior de petrol a crescut cu 4,5% faţă de anul trecut, ajungînd la un nou record de 2,3 mil. m^3/zi. Producţia de petrol pentru uzul intern a crescut cu 1,9%, ridicîndu-se la 1 500 000 m ^{3}/zi. Importul a fost de 500 000 m ^{3}/zi (230 000 m ^{3} ţiţei şi 270 000 m ^{3} produse), deci în total 10,5% mai mult decît în 1969. Vînzările de gaze de petrol lichefiate au crescut cu peste 10% faţă de 1969, la 60 mil. m ^{3}. În această cifră nu se cuprind gazele de petrol lichefiate care intră la fabricarea benzinelor uşoare din consumul intern sau exportate. Producţia totală în 1969 a fost de 71 mil. m ^{3}.

★

În Ungaria se va construi a treia mare rafinărie probabil şi la sfîrşitul anului 1970, la Tisza Szederkeny, în nordul ţării; această rafinărie va avea o capacitate de circa 6 mil. t/an.

★

În Siria, capacitatea conductei de aducţiune a ţiţeiului la rafinăria Horms, şi la staţia terminală mediteraneeană de la Tartus va fi mărită la 3 500m ^{3}/zi.

★

Societatea Texaco proiectează construirea noii sale rafinării de la Ontario, aproape de Nanticoke. Capacitatea acestei rafinării va fi de 8 000 m ^{3}/zi cu posibilităţi de mărire ulterioară.

★

În Franţa, Societatea Gaz de France va extinde reţeaua sa de conducte; lucrările vor costa 144 mil. franci, dintre care 55 mil. vor fi finanţaţi de Banca Europeană de Investiţii. Această reţea, prin care se va transporta gaz de Gromingue, va fi prelungită pînă la Ottmarscheim, Belfort şi Montbéliard în est; O nouă conductă va fi construită de la Chemery la Nosay.

★

Societatea Mackenzie Valley Pipe-Line studiază posibilitatea construirii unei conducte de petrol de 48", care să facă legătura între versantul de Nord şi reţeaua canadiană existentă, Trans Mountain şi Interprovincial. În prezent sînt în curs de construcţie tronsoane cu titlu de încercare lîngă Inuvik NWT.

★

În Arabia Saudită, sonda nr. 2 de la Elf-Erap Barqan a produs 300 000 m³/zi gaze naturale şi 100 m³ condensate. Sonda este situată la 10 mile de coasta Arabiei Saudite, în partea de nord a Mării Roşii.

★

După comunicatul Societăţii de Stat Petroperu, rezervele de petrol ale Perului sînt estimate la 45 mil. t, iar cele de gaze naturale la 600 mil. m³. Comunicatul prevede, de asemenea, în 1980, o dublare a consumului actual cu 12 000 t/zi.

★

U. R. S. S. va împrumuta Braziliei, 150 — 200 mil. dolari, pentru explorarea şisturilor din Valea Paraibei, în sudul Braziliei. Conform estimărilor oficiale, zăcămîntul conţine echivalentul a 100 000 mil. t petrol. În prezent, se construieşte o instalaţie care va începe să producă încă în acest an 15 000 m³/zi gaze naturale, 60 000 m³/zi, în anul viitor, şi 120 000 m³/zi, în anul 1972.

★

În Australia se efectuează foraje în regiunea Dongara pentru a determina rezervele de gaze naturale. Pentru ca zăcămîntul să poată fi considerat comercializabil, este necesar să existe rezerve suficiente pentru a furniza 1,5 — 20 mil. m³/zi, timp de 15 — 20 ani. Sonda de explorare de la Roseneath, din sud-estul regiunii Queensland, a furnizat un debit satisfăcător de gaze naturale la o adîncime de 2 300 — 2 400 m. Sonda este situată la 65 mile est de zăcămîntul de gaze naturale de la Gidgealpa-Momba, care aprovizionează în prezent regiunea Adelaida.

★

În luna noiembrie a anului trecut s-au descoperit pentru prima oară gaze naturale în Etiopia, în Marea Roşie. Zăcămîntul a fost descoperit la o adîncime de 3 200 m, la 70 m adîncime în apă, la 6 mile în larg, şi 75 mile distanţă de Massaua. Mai multe societăţi deţin importante concesiuni pentru explorarea acestei zone.

★

În acest an va începe construirea conductei de ţiţei de lungă distanţă „Prietenia II", din U. R. S. S. către R. P. Ungară şi care urmează să intre în funcţiune în anul 1972.

În felul acesta, R. P. Ungară va majora cantitatea de ţiţei importată din U.R.S.S. de la 4 mil. t/an, în 1970, la 6,5 mil.t/an, în 1975, urmînd ca pînă în 1980 aceasta să crească la 10 mil. t/an.

În 1969, cele două mari rafinării maghiare de la Százhalombatta şi de la Szdna au produs împreună 2 mil. t combustibil, 1,5 mil. t motorină şi 800 000 t petrol. În următorul plan cincinal, 1971 — 1975, capacitatea rafinăriei Százhalombatta va fi dublată la 6 mil. t/an ţiţei, de la 3 mil. t/an, capacitatea actuală.

★

În Olanda, producţia de gaze naturale a anului 1969 a totalizat 21 000 mil.m³ dintre care 7 500 mil. m³ au fost exportate în R. F. a Germaniei, în Belgia şi în Franţa. În 1968, producţia a atins 14 000 mil. m³, 4 500 mil. m³ fiind exportate.

★

Societatea Sonems, fondată în vederea studierii posibilităţii de a importa în Italia gaze naturale din Algeria, va întreprinde studiul unei conducte submarine de transport al gazelor între cele două ţări.

★

Conducta de gaze naturale dintre Cortemaggiore şi Spezia, de 87 km lungime, a intrat în funcţiune făcînd legătura între valea Padului şi Panigaglia, unde vor fi livrate în viitor gazele naturale din Libia.

★

Ministerul Minelor din Australia Occidentală a autorizat Societatea Wapet să efectueze studiile preliminare şi un releveu topografic în vederea pozării conductei de gaze care va face legătura între zăcămîntul de la Dongara şi regiunea Perth-Kwinana.

★

În Algeria, Societatea Sonatrach a obţinut un contract pentru construirea la Arzew a unor instalaţii de gaze lichefiate care vor oferi o capacitate suplimentară de stocare de circa 100 000 m³; lucrările vor fi terminate în aprilie 1971.

★

În Anglia, rafinăria proiectată de Societatea Chevron la Portencross-Ayrshire, care va costa 4 mil. dolari, va fi prevăzută cu instalaţii pentru descărcarea tancurilor petroliere de 320 000 tdw.

Capacitatea rafinăriei petrochimice pe care Societatea Grampian Chemicals o va construi la Invergordon va fi de 7 mil. t/an, faţă de 5 mil. t/an, cît fusese anunţat anterior. Instalaţiile vor intra în funcţiune la sfîrşitul anului 1972.

★

În Olanda, capacitatea de rafinare a crescut în anul 1969 de la 43,5 la 66 mil. t/an. Dintre cele cinci rafinării din regiunea portului Rotterdam, trei şi-au mărit capacitatea de rafinare. Atunci cînd noile unităţi ale Societăţii ESSO de la Rotterdam şi noile instalaţii ale Societăţii Mobil de la Amsterdam vor fi terminate, capacitatea de rafinare a Olandei va fi de 80 mil. t/an.

★

Dow Chemical va construi o a doua unitate importantă de craking în Europa, la Ternenzen, unde prima este pe cale de a fi terminată. Noua instalaţie, care va fi terminată la sfîrşitul anului 1971, va conferi societăţii Dow în Europa o capacitate de producţie de 800 000 t/an.

★

Societatea italiană Resine va construi o rafinărie la Termini Imerese, în Sicilia, cu o capacitate de 1 mil. t/an. Această rafinărie va produce motorină desulfurată şi benzină cu indice octanic ridicat, folosind ţiţei importat din Algeria.

Rafinăria Societăţii Industria Chimica Italiana del Petrolio, de la Mantua, extinsă şi modernizată a fost oficial inaugurată în luna octombrie a anului trecut. Capacitatea de rafinare a fost mărită de la 1,3 la 2,6 mil. t/an.

★

În Grecia, Societatea Naphta S. A. a cerut guvernului autorizaţia de a construi o rafinărie de 1,5 mil. t/an, care va fi amplasată în regiunea portului Pireu. Rafinăria va fi terminată peste doi ani şi beneficiile urmează să fie folosite la prospecţiuni în Grecia.

★

Societatea General Dynamic Corporation a propus oficial societăţii americane care exploatează nordul peninsulei Alaska, construcţia a şase submarine uriaşe cu propulsie nucleară; fiecare dintre ele ar putea transporta 170 000 t de petrol de la Prudhoe Bay, pe sub gheţurile arctice, pînă la un port atlantic, de unde petrolul ar putea fi transportat în vase petroliere.

1883

RECENZII

FL. GHEORGHIU: **INVESTIGAREA GĂURILOR DE SONDĂ PRIN METODE GEOFIZICE** Ed. tehnică, Bucureşti, 1969, 395 p.

Lucrarea „Investigarea găurilor de sondă prin metode geofizice", apărută în Editura tehnică, prezintă într-un singur volum toate aspectele legate de problema enunţată în titlu şi este destinată inginerilor geofizicieni, geologilor, studenţilor şi, în general, tuturor tehnicienilor care au preocupări legate de geofizică de sondă.

Autorul a încercat şi a reuşit totodată să prezinte într-o formă accesibilă, ce se distinge prin claritate şi prin sistematizare, problemele complexe ale acestei activităţi care, în ultimile două decenii, şi-a definit un obiectiv direct economc : descoperirea rocilor colectoare de substanţe minerale utile şi precizarea principalelor caracteristici petrofizice ale acestora.

Primul din cele 17 capitole ale lucrării este destinat definirii unor noţiuni de bază, pe care este fundamentată interpretarea cantitativă a diagrafiilor (porozitate, saturaţie în fluide, permeabilitate), cît şi a unor probleme legate de petrofizica rocilor : rezistivitate electrică, temperatură, factor de rezistivitate al formaţiunii, tortuozitate etc.

Cel de-al doilea capitol, destinat înregistrărilor de potenţial spontan, prezintă cele două forme de P. S. (static şi pseudostatic), precum şi relaţiile ce există între acestea şi rezistivitatea apei de zăcămînt. De asemenea, sînt prezentate metodele bazate pe potenţiale şi pe gradientul de potenţial.

Diagrafiilor clasice de rezistivitate le este rezervat un alt capitol, în care sînt prezentate atît metodele folosite în U.R.S.S., cît şi în S.U.A.

Configuraţia curbelor de rezistivitate pentru diverse roci şi principalele etape ale interpretării, pe baza abacelor de corecţie existente, precum şi utilizarea dispozitivului gradient simetric sînt, de asemenea, descrise în acest capitol.

Microdispozitivele sînt tratate separat în două capitole, primul legat de microcarotajul clasic, iar microlaterologul şi proximitologul, într-un capitol rezervat microdispozitivelor focalizate. Sînt expuse pe larg fundamentarea teoretică a acestor metode, tehnica de interpretare şi aplicaţiile acestora în cadrul unor programe complexe de investigare.

Diagrafiile înregistrate de aparatura cu curenţi focalizaţi sînt prezentate în două capitole separate. Primul este rezervat laterologului 3, laterologului 7 şi laterologului 8, iar cel de-al doilea, carotajului inductiv de tip 5 FF 40, 5 FF 27 şi 6 FF 40. Conceptul factorilor geometrici proprii acestor dispozitive de investigare geofizică, abacele de corecţie, precum şi prelucrarea diagrafiilor înregistrate la sonde cu ajutorul abacelor constituie obiectul unei analize detaliate.

Diagrafiilor de radioactivitate le sînt destinate patru capitole în care sînt prezentate bazele teoretice ale acestor metode, interacţiunea diferitelor tipuri de radiaţii cu materia, metrologia radiaţiilor, aparatura folosită în investigarea găurilor de sondă prin metode gama, neutronice, gama-gama, spectrometrice, activare cu neutroni, radiaţii X, trasori radioactivi etc. Etalonarea aparaturii, calibrarea şi interpretarea rezultatelor obţinute cu toate aparaturile existente sînt, de asemenea, tratate în aceste patru capitole.

Diagrafia sonică, parametrii semnalului acustic şi carotajul acustic pentru cimentarea coloanelor, incluzînd aparatura şi sistemele de prelucrare a datelor fac obiectul celui de-al XII-lea capitol.

În continuare, sînt tratate în capitole separate o metodă recent apărută în investigarea geofizică a sondelor, şi anume diagrafia rezonanţei magnetice nucleare, urmată de diagrafiile obţinute prin măsurarea intensităţii curentului electric cu electrozi ecranaţi sau neecranaţi.

Termometria, cavernometria şi pandajmetria, incluse într-un singur capitol, încheie suita tuturor metodelor de investigare geofizică a sondelor.

Următorul capitol, mult mai mare ca dimensiune, tratează toate problemele legate de prelucrarea datelor şi de interpretarea cantitativă pentru determinarea porozităţii, a factorului de rezistivitate, a saturaţiei în fluide, a permeabilităţii şi a saturaţiei reziduale în hidrocarburi. Sînt descrise tehnicile speciale aplicabile nisipurilor murdare şi rocilor carbonatice, precum şi programele de investigare geofizică a sondelor recomandate de societăţile americane (Schlumberger, P.G.A.C., Lane-Wells-, Welex, Birdwell), sau cele recomandate de autor pentru investigarea sondelor de prospecţiune şi de referinţă, urmînd ca pentru sondele de explorare şi de exploatare să se efectueze un program mai redus, axat în special pe metoda D. R. R.

Ultimul capitol al lucrării prezintă sub o formă condensată stadiul actual al prelucrării datelor geofizice de sondă cu ajutorul calculatoarelor numerice, dînd formatul purtătorilor de informaţie ai firmei Schlumberger şi o exemplificare a interpretării automate.

În concluzie, cartea publicată de ing. Gheorghiu Floricel constituie o lucrare binevenită pentru necesităţile inginerilor, ale studenţilor şi ale tehnicienilor preocupaţi de geofizica de sondă, care pot găsi în ea o sinteză completă a problemelor pe care evaluarea calitativă şi cantitativă a formaţiunilor traversate de sondă o solicită.

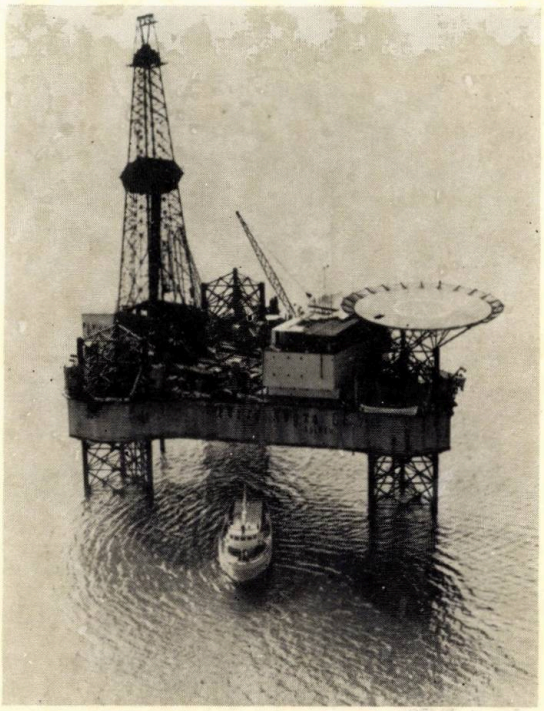
Revista PETROL ŞI GAZE, organ al Ministerului Petrolului şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacţia: Bucureşti, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sectorul I, telefon 14.72.10/130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere, telefon 14.72.10/184 Bd. Nicolae Bălcescu, nr.16. cont 640 301.14, Banca Naţională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorul I, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8.
Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. nr. 10/50/1968.

Lei 8

I. P. I. — c. 5325

14330

PETROCHIMIA ŞI CHIMIA ITALIANĂ



Platforma mobilă — sondă marină — Perro Negro.

Nimeni nu poate subestima astăzi prima erupţie de ţiţei care a ţîşnit din sol şi care s-a înscris ca unul dintre evenimentele cele mai însemnate din viaţa omenirii.

Nici o resursă naturală nu a avut şi nu are o exploatare mai intensă ca acest material negru, vîscos, provenit din adîncurile pămîntului fiind prelucrat în diferite produse care au pătruns în viaţa noastră de toate zilele.

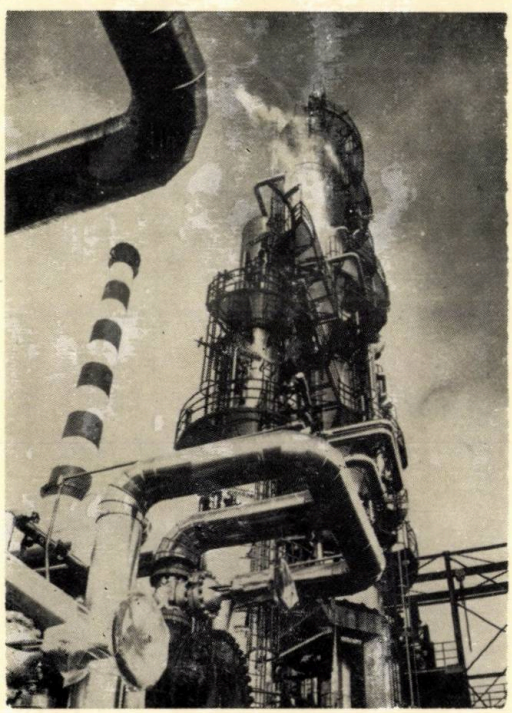
Deşi tributară în domeniul petrolului, ITALIA a reuşit să se impună pe piaţa mondială prin excelentele instalaţii de extracţie, rafinării, instalaţii de transport, derickuri off-shore (sondă marină).

ITALIA a reuşit nu numai să producă instalaţii şi produse finite de nivel mondial, dar acordă şi asistenţă tehnică industriilor în curs de dezvoltare din alte ţări ale lumii. Sînt cunoscute lucrările efectuate în: Zambia, Bahama, Irak, Australia, Argentina Columbia, Venezuela etc., unde funcţionează echipamente de concepţie şi execuţie integral italiană.

Printre utilajele produse se pot enumera numeroase tipuri de compresoare cum sînt cele cu două căi, pentru motoare cu gaz, compresoarele cu polietilenă de 7 900 C P care pot asigura presiuni pînă la 3 200 atm. Este pentru prima oară cînd se fabrică maşini atît de puternice. ITALIA mai produce, suflante centrifuge, aparate de vid înalt continuu pentru filtrarea simultană şi degazificarea uleiurilor izolante şi uscarea transformatoarelor.

ITALIA ocupă un loc important şi în prelucrarea derivatelor de petrol. ITALIA produce anual 1,2 mil. t de materiale plastice — ocupă locul patru pe plan mondial — din care exportă circa 1 mil. t.

În sectoarele fibrelor sintetice, se produc veştminte durabile şi cu aspect plăcut, apreciate în întreaga lume. Se produc, de asemenea, detergenţi, îngrăşăminte, răşini sintetice etc, toate la nivel mondial.



Rafinăria de la Ingolstadt — R.F.G. — Coloane de distilare şi stripare. Producţia anuală 2,5 mil.t.

Dezvoltarea acestor sectoare ale industriei italiene continuă ritmul stabilit iniţial. Astfel, industria de ţiţei prelucrat în 1969 a atins 104,8 mil. t, deci un procent de creştere faţă de 1968 de 10,7 %, iar industria chimică a realizat o creştere de 13,7 %, faţă de 1968.

Ritmul de creştere a industriei de extragere şi prelucrare petrochimică a fost dominat de un factor principal : dimensionarea instalaţiilor care cresc într-un ritm rapid, permiţînd reduceri importante de preţuri. Producţia acestor colosi industriali este condiţionată de continuitatea funcţionării lor, fără întreruperi şi variaţii excesive, factori care implică existenţa unor debuşeuri vaste. Acest ritm de dezvoltare determină o reducere continuă a vieţii active economice a instalaţiilor mari, pentru că dimensiunile optimale cresc continuu, iar cercetarea ştiinţifică ameliorează fără încetare procesele şi produsele. Cu cît viaţa economică a unei instalaţii este mai redusă ,cu atît mai intensă trebuie să fie şi utilizarea ei înainte de îmbătrînire. Realizarea ritmului susţinut de creştere a fost posibil prin respectarea unor reguli fundamentale cum sînt încadrarea eforturilor de dezvoltare în ritmul naţional, apărarea consumatorilor şi utilizarea celor mai moderne mijloace de conducere a unei producţii economice. Aceste mijloace au inclus introducerea calculatoarelor electronice de proces, care au permis optimizarea proceselor prin introducerea modelelor matematice, reglarea automată a parametrilor, determinarea eficienţei operative maxime şi multiplicarea gamei productive.

Producţia italiană de echipament pentru industria petrolieră, petrochimică şi chimică, precum şi tehnologiile aferente sînt supuse unor modernizări continue care includ toate aparatele, de la marile schimbătoare de căldură sau cuptoare industriale, pînă la supapele şi reactoarele cele mai delicate, de la aparatele pneumatice şi electronice, pînă la pompele centrifuge şi calculatoarele electronice.

1970 AUG 5

PETROM

EXECUTĂ:

În domeniul industriei de prelucrare a țițeiului următoarele lucrări:

cercetări, proiecte și documentații pentru instalații ce se livrează la export;

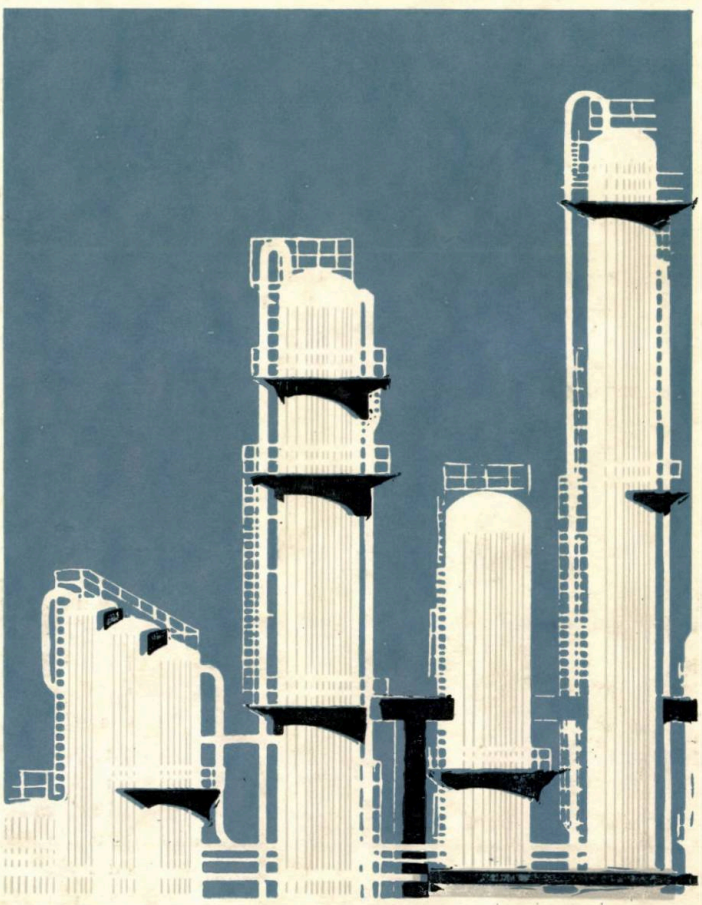
livrări de rafinării sau instalații complete cu acordare de asistență tehnică sau „la cheie";

studii în laborator și pe instalații pilot pentru diverse materii prime în vederea stabilirii tehnologiei optime de prelucrare;

asistența tehnică la montajul și punerea în funcțiune a instalațiilor livrate;

instruirea personalului străin pentru exploatarea instalațiilor livrate;

instalații de depozitarea și desfacerea produselor petroliere.



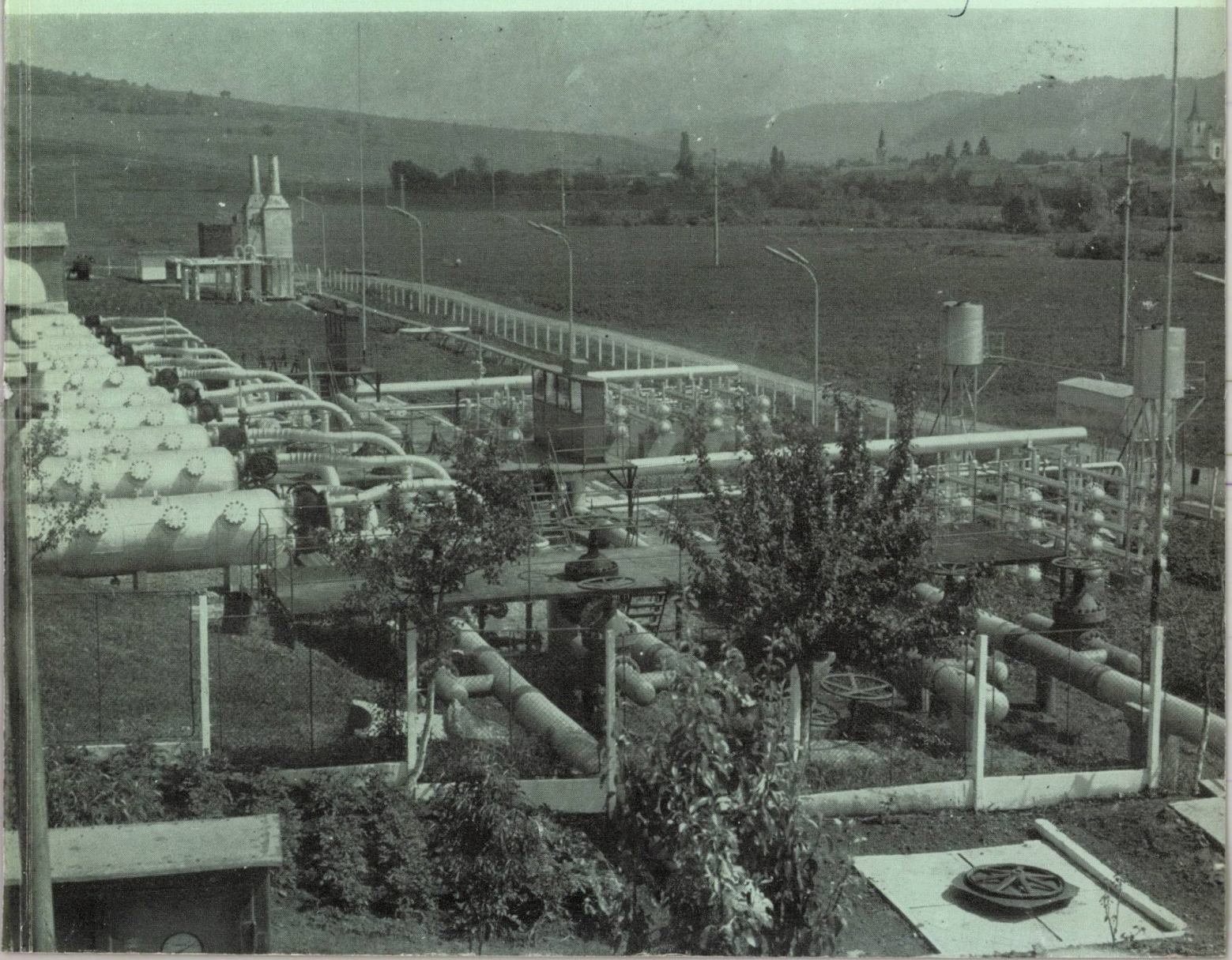
E 1445

PETROL ŞI GAZE

04

7

IULIE 1970 • VOL. 21 P. 385 — 440 • BUCUREŞTI — ROMÂNIA



PETROLEXPORT

BUCHAREST - ROMÂNIA
20, Gheorghe Gheorghiu-Dej Blvd.
Telephone: 15.70.17 - Telex: 266

Offers:

RUMANIAN LUBRICATING OILS

First class products vastly used for maintenance of engine and industrial installations.

- Engine Oils; Textile Oils; Transformer Oils; Transmission Oils;
- Turbine Oils; Axle Oils; Cylinder Oils

Irreproachable supplies in bulk or metal drums of some 220 l.

Aromatic Hydrocarbons

high quality products manufactured by the petroleum industry in Romania

TOLUENE, XYLENE, ORTOXYLENE, PARAXYLENE

The are used with excellent results as solvents and in various organic syntheses in the petrochemical industry.

Paraffin Wax

both transparent and opaque characterised by a complete scale of melting points, low oil content and great stability.

Used with remarkable results in:

- the manufacture of matches and candles
- the impregnation of food packing paper and cardboard

Practical packing in cartons or textile sacks ensures storing, transportation and handling of paraffin wax slabs in excellent conditions.

DISTILLED AND CRUDE NAPHTENIC ACIDS

Romanian high quality products in a wide range acid value for manufacturing soaps, lacquers, inhibitors, naphtenates etc.

E 1445

VOL. XXI, Nr. 7
iulie 1970

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacţia: Bd. N. Bălcescu, 16 ● Telefon 16.78.78 ● BUCUREŞTI ● ROMÂNIA

ORAŞUL GOL * DOCUMENTARE * REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

CUPRINS

C. Barbu şi T. Dăneţ: **Asupra fundamentului Platformei Moesice din zona Balş—Optaşi** 391—396

C. Nestor: **Noile sape româneşti realizează performanţe remarcabile.** 397—401

G. A. Rădulescu, M. Ilea şi C. Ionescu: **Influenţa gradului de rafinare asupra calităţii uleiului de transformator** 402—405

A. Nastasi, I. Zîrnă, D. Grigoriu, D. Iorga şi Fl. Constantin: **Hidrotratarea uleiurilor. I** 406—410

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Pavel, H. Florescu şi F. Pană: **Potenţialul de hidrocarburi al benzinelor reziduale obţinute la piroliza propanului şi al amestecului etan-propan** 411—415

Gh. I. Bărbatu: **Contribuţii la studiul şi determinarea energiilor de activare a autoaprinderii hidrocarburilor parafinice liniare** 416—421

I. Nicolau, N. Tănase, F. Neagoe şi G. Cioc: **Uu nou tip de drilometru cu tobă cap mort, cu articulaţie excentrică, autoaliniată cu axul capătului mort al cablului** 422—432

RECENZII 432

CRONICĂ 433—434

NOTE TEHNICE 435

DOCUMENTARE 435—438

SCURTE ŞTIRI 439—440

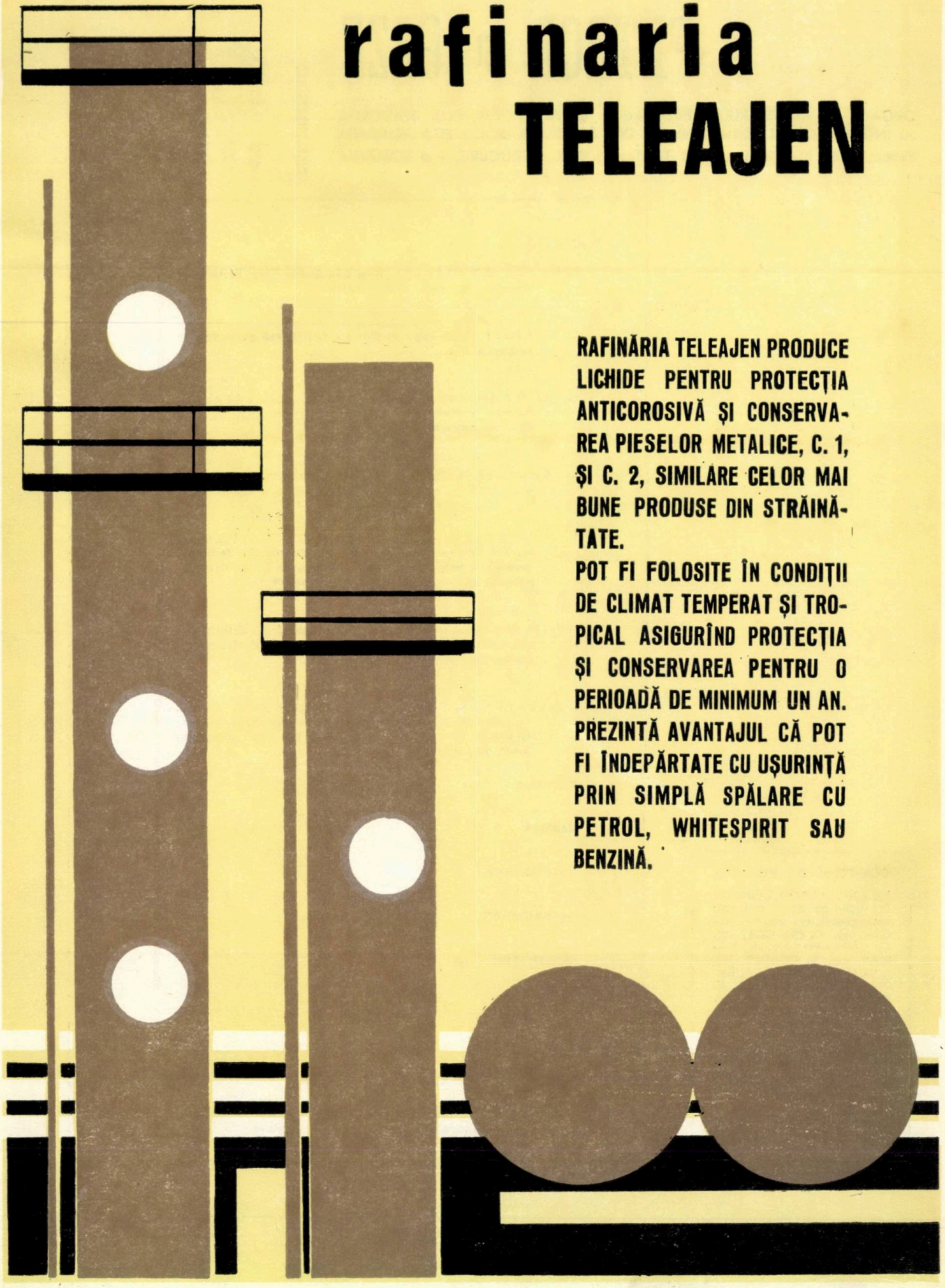
Fotografia de pe coperta I reprezintă: Aspect de la staţia de uscate a gazelor de la Filitelnic

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. GH. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. GH. GEORGESCU, econ. E. MAREŞ, prof. dr. docent ing. G. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. G. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUŞCOIU, ing. N. ROŞCA, ing. N. STOIANOV, ing. A. ZBEREA, ing. GH. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ

Redactor
ing. Aurelia Buricatu

rafinaria TELEAJEN



RAFINĂRIA TELEAJEN PRODUCE LICHIDE PENTRU PROTECȚIA ANTICOROSIVĂ ȘI CONSERVAREA PIESELOR METALICE, C. 1, ȘI C. 2, SIMILARE CELOR MAI BUNE PRODUSE DIN STRĂINĂTATE.

POT FI FOLOSITE ÎN CONDIȚII DE CLIMAT TEMPERAT ȘI TROPICAL ASIGURÎND PROTECȚIA ȘI CONSERVAREA PENTRU O PERIOADĂ DE MINIMUM UN AN.

PREZINTĂ AVANTAJUL CĂ POT FI ÎNDEPĂRTATE CU UȘURINȚĂ PRIN SIMPLĂ SPĂLARE CU PETROL, WHITESPIRIT SAU BENZINĂ.

CONTENTS

C. Barbu, T. Dăneţ: **Concerning the foundation of the Moesic Platform in the Balş—Optaşi zone** 391—396

C. Nestor: **The new Romanian bits obtain remarkable performances** 397—401

G. A. Rădulescu, M. Ilea, C. Ionescu: **The influence of the refining degree on the quality of the transformer oil** 402—405

A. Nastasi, I. Zîrnă, D. Grigoriu, D. Iorga, Fl. Constantin: **The hydrotreatment of oils. I.** 406—410

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Pavel, H. Florescu, F. Pană: **The hydrocarbon potential of the residual gasolines obtained from the pyrolysis of propane and of the ethane-propane mixture** 411—415

Gh. I. Bărbatu: **Contribution to the study and determination of the activation energies of the self-ignition of linear paraffinic hydrocarbons** 416—421

I. Nicolau, N. Tănase, F. Neagoe, G. Cioc: **A new type of drillmeter with dead head drum with eccentric joint self aligned with the axle of the dead end of the cable** 422—432

C. Barbu, T. Dăneţ: **Concerning the foundation of the Moesic Platform in the Balş — Optaşi zone**

The Balş zone is characterized magnetometrically and gravimetrically by positive anomalies of high intensity placed in the centre of a major surveying contoured seismometrically and by drillings.

In the light of the drilling data, these geophysical characteristics appear to be conditioned by the presence in the depth (1,600 — 3,000 m) of an intrusive eruptive massif.

On the basis of the laboratory petrographical data interpreted in connexion with the geological and geophysical information concerning this area, some details are given regarding the variation in the depth and petrographical constitution of this massif of some neighbouring sectors. Some considerations are also made concerning the age, character and evolution of the Balş massif as well as its position within the regional tectonic framework of the Moesic Platform.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 7, p. 391
D.C. 551.782

G. A. Răduescu, M. Ilea, G. Ionescu: **The influence of the refining degree on the quality of the transformer oil**

The refining degree of an oil fraction from a naphtenic crude oil has been varied in order to remove the unwanted compounds with maintenance of those which impart the properties required to the oil. In order to establish wether the aromatic hydrocarbons impart some oxidation resistance when they are present in a certain optimum proportion or wether they have an inhibitory role, various mixtures with different aromaticity degree have been examined.

A correlation which is graphically presented appears between the chemical structure and the physical and chemical characteristics of the respective oil.

Petrol şi Gaze 21, 1970, nr. 7, p. 402
D.C. 665.637.6

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Pavel, H. Florescu, F. Pană: **The hydrocarbon potential of the residual gasolines obtained from the pyrolysis of propane and of the ethane-propane mixture**

The paper contains an analytical comparative study of the gasolines resulting from the pyrolysis of propane and of ethane-propane mixture, carried out by classical methods and by gas chromatography in temperature programming regime. One emphasizes the high potential of aromatic and unsaturated hydrocarbons of the pyrolysis residual gasoils and the most suitable fields for turning to account the narrow fractions in these gasoils are pointed out.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 7, p. 411
D.C. 665.633

I. Nicolau, N. Tănase F. Neagoe, G. Cioc: **A new type of drillmeter with dead head drum with eccentric joint self-aligned with the axle of the dead end of the cable**

In the field of outstanding present interest of drilling parameter measuring equipment, the description is given of a drillmeter of original conception involving in a monoblock construction both the power transmitting system from the cable to the dynamometric transducer and the fixing system of the dead end of the cable of the dead head drum type.

By fixing to the soil the dead head drum through the intermediary of the dynamic transducer, by means of an eccentric joint, one ensures the self-alignment of the power transmission system with the cable axle thus eliminating the measuring errors determined by the characteristics of the cable. This way, by creating a self-adaptable power transmission system, it is possible to obatin an increased measuring accuracy as compared to the presently available drillmeters meeting the requirements of world technique.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 7, p. 422
D.C. 622.24.08

СОДЕРЖАНИЕ

К. Барбу, Т. Дэнец: Относительно фундамента Мизиской платформы в зоне Балш-Опташ 391—396

К. Нестор: Новые румынские долота достигают выдающихся результатов 397—401

Г. А. Рэдулеску, М. Иля, К. Ионеску: Влияние степени рафинирования на качество трансформаторного масла 402—405

А. Настаси, И. Зырнэ, Д. Григориу Д. Иорга, Ф. Константин: Гидрообработка масел. I. 406—410

В. Пэрэушану, Д. Михэицэ, Т. Павел, Х. Флореску, Ф. Панз: Потенциал углеводородов остаточных бензинов полученных при пиролизе пропана и смеси этан-пропан 411—415

Г. И. Бэрбату: Вклад по изучению и определению энергии по активации самовоспламенения линейных парафиновых углеводородов 416—421

И. Николау, Н. Тэнасе, Ф. Нягое, Г. Чок: Новый тип дриллометра с барабаном мертвого конца с эксцентрическим автоисходным шарниром с осью мертвого конца каната 422—432

К. Барбу, Т. Дэнец: **Относительно фундамента Мизиской платформы в зоне Балш-Опташ.**

Зона Балш характеризуется магнетометрически и гравиметрически позитивными аномалиями большой интенсивности, размещенных в центре возвышенности контурированной сейсмометрически и шурфами. В свете буровых данных эти геофизические характеристики обусловлены присутствием включенного извергающего массива на глубине (1600—3000 м). В этой работе на основе петрографических и лабораторных данных интерпретированных в ансамбле геологических и геофизических информации по зоне, приводятся некоторые уточнения по изменению глубины и петрографического состава этого массива и ряда соседних районов. Выдвигают соображения относительно возраста, характера и эволюции массива Балш, а также и его позиции в областной тектонике Мизиской платформы.

Petrol şi Gaze 21, 1970, nr. 7 p. 391
ДК 551.782

Г. А. Рэдулеску, М. Иля, К. Ионеску: **Влияние степени рафинирования на качество трансформаторного масла.**

В настоящей работе изменяется степень рафинирования фракции масла из нафтеновой нефти. Преследуется удаление нежелательных составных с сохранением тех которые придают свойства требуемые этим маслом. Для того что бы установить придают ли ароматические углеводороды сопротивление окислению тогда когда они имеются в определенной оптимальной пропорции, или они имеют роль ингибитора, исследовали различные смеси с различной степенью ароматичности. Между химической структурой и физико-химическими характеристиками данного масла выявляют соотношение которое представлено графически.

Petrol şi Gaze, 21, p. 1970 nr. 7. p. 402
ДК 665.637.6

В. Пэрэушану, Д. Михэицэ, Т. Павел, Х. Флореску. Ф. Панэ: **Потенциал углеводородов остаточных бензинов полученных при пиролизе пропана и смеси этан-пропан.**

Приводится сравнительное аналитическое изучение бензинов получаемых при пиролизе пропана и смеси этан-пропана проведенное классическими методами и газо-хроматографическим методом в режиме программирования температуры. Выявляется повышенный процент ароматических и предельных углеводородов остаточных бензинов пиролиза и указываются наиболее соответствующие области освоения узких фракции этих бензинов.

Petrol şi Gaze, 21, 1970 nr. 7. p, 411
ДК 665.633

И. Николау, Н. Тэнасе, Ф. Нягое, Г. Чок, **Новый тип дриллометра с барабаном мертвого конца с эксцентрическим автоисходным шарниром с осью мертвого конца каната.**

В очень актуальной области аппаратуры по измерению буровых параметров, описывается дриллометр оригинального замысла который требует в моноблочной конструкции применение системы передачи силы от каната к динамометрическому датчику и системы закрепления мертвого конца каната, типа барабана мертвого конца. Благодаря заземлению барабана мертвого конца посредством динамометрического датчика, при помощи эксцентрического шарнира обеспечивается автоисходная линия системы передачи силы с осью каната и значит устранение погрешностей измерения определяемых характеристиками каната. Таким образом, созданием автоприспособленной системы передачи силы получается повышенная точность измерения по сравнению с существующими в настоящее время дриллометрами, на уровне мировой техники.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 7, p. 422
ДК 662.24.08

INHALT

C. Barbu, T. Dăneţ: **Über die Grundschichten der Moesischen Plattform im Gebiet Balş-Optaşi** 391—396

C. Nestor: **Die neuen rumänishen Meissel weisen bedeutende Leistungen auf** 397—401

G. A. Rădulescu, M. Ilea, C. Ionescu: **Einfluss des Raffinationsgrads auf die Güte der Transformatorenöle** 402—405

A. Nastasi, I. Zîrnă, D. Grigoriu, D. Iorga, Fl. Constantin: **Hydrobehandlung der Öle. I.** 406—410

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Pavel, H. Florescu, F. Pană: **Kohelnwasserstoffpotential der Rückstandbenzine bei der Pyrolse des Propans und des Gemisches Äthan-Propan** 411—415

Gh. I. Bărbatu: **Beiträge zur Untersuchung und Bestimmung der Aktivierungsenergien für die Selbstzündung lineare, paraffinischer Kohlenwasserstoffe** 416—421

I. Nicolau, N. Tănase, F. Neagoe, G. Cioc: **Ein neuer Lastanzeigertyp mit Seilkausche mit selbstausrichtendem Exzentergelenk zur Achse des Kabelendes** 422—432

C. Barbu, T. Dăneţ: **Über die Grundschichten der Moesischen Plattform im Gebiet Balş-Optaşi**

Das Gebiet um Balş ist vom magnetometrischen und gravimetrischen Standpunkt aus, durch positive Anomalien von starker Intensität kennzeichnet, die im Mittelpunkt einer seismometrisch und durch Bohrungen abgesteckten Haupterhöhung anzutreffen sind.
Wie aus den, durch Bohrungen erzielten Daten hervorgeht, sind diese geophysikalischen Kennzeichen durch das Vorhandensein eines intensiven Eruptionsmassivs, in einer Tiefe von 1600 — 3000 m bedingt.
Auf Grund der Ergebnisse petrographischer Laborversuche, die an Hand der allgemeinen geologischen und geophysikalischen Daten aus dieser Zone ausgewertet wurden, konnten die Veränderungen in der Tiefe und der petrographischen Beschaffenheitt dieses Massivs, wie auch der benachbarten Abschnitte bestimmt werden. Gleichzeitig werden das Alter, die Art und die Entwicklung des Balş-Massivs, sowie dessen Stellung im tektonischen Rahmen dieses Gebietes der Moesischen Plattform dargelegt.

Petrol şi Gaze 21, 1970, nr. 7, p. 391
D.K. 551.782

G. A. Rădulescu, M. Ilea, C. Ionescu: **Einfluss des Raffinationsgrads auf die Güte des Transformatorenöle**

Die unternommenen Versuche waren darauf ausgerichtet, durch eine Veränderung des Raffinationsgrads einer Ölfraktion aus naphtenischen Rohöl die unerwünschten Verbindungen zu entfernen und jene zu bewahren, die dem Öl die erforderlichen Eigenschaften verleihen.

Um festzustellen, ob die aromatischen Kohelnwasserstoffe in einem gewissen, optimalen Verhältnis eine Oyxdationsfestigkeit bedingen oder eine Hemmwirkung ausüben, wurden verschiedene Gemische mit unterschiedlichem Aromatisierungsgrad untersucht.

Zwischen der chemischen Beschaffenheit und den physikalischen und chemischen Eigenschaften des betreffenden Öls besteht eine Korrelation, die graphisch dargestellt wurde.

Petrol şi Gaze 21, 1970, nr. 7. p. 402
D.K. 665.637.6

Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Pavel, H. Florescu, F. Pană: **Kohlenwasserstoffpotential der Rückstandbenzine bei der Pyrolyse des Propans und des Gemisches Äthan-Propan**

Der Aufsatz stellt eine analytische Vergleichsstudie der Benzine dar, die bei der Pyrolyse des Propans und des Gemisches Äthan-Propan anfallen. Zu diesem Zweck wurden herkömmliche Methoden wie auch das gaschromatographische Verfahren mit Temperaturprogrammierung angewandt.

Es wird das erhöhte Potential an aromatischen und ungesättigten Kohlenwasserstoffen unterstrichen und die günstigsten Verwertungsbereiche der verengten Fraktionen dieser Benzine angeführt.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 7 p. 411
D.K. 665.633

I. Nicolau, N. Tănase., F. Neagoe, G. Cioc,; **Ein neuer Lastanzeigertyp mit Seilkausche mit selbstausrichtendem Exzentergelenk zur Achse des Kabelendes**

Als eine bedeutende Neuentwicklung im Bereich der Messgeräte für Bohrparameter weist sich der, im vorliegenden Aufsatz beschriebene Lastanzeiger aus, der in Monoblockausführung, sowohl das System zur Kraftübertragung vom Kabel zum dynamometrischen Wandler, als auch die Befestigungsvorrichtung des Kabelendes an der Seilkausche umfasst. Dank der Bodenverankerung der Seilkausche über den dynamometrischen Wandler, mit Hilfe eines Exzentergelenks, ist die Selbstausrichtung des Kraftübertragungssystems zur Kabelachse gesichert, wodurch die, infolge der Kabelkenndaten auftretenden Messfehler beseitigt werden. Durch die Schaffung eines selbstanpassenden Systems der Kraftübertragung wird eine erhöhte Messgenauigkeit gegenüber, den, zur Zeit auf Weltebene verwendeten Lastanzeiger erzielt.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr, 7, p· 422
DK. 622.24.08

SOMMAIRE

C. Barbu, T. Dăneţ: **Au sujet du fondement de la Plate-forme Mésique de la zone Balş-Optaşi** 391—396

C. Nestor: **Les nouveaux trépans roumains obtiennent des performances supérieures** 397—401

G. A. Rădulescu, M. Ilea, C. Ionescu: **L'influence du degré de raffinage sur la qualité de l'huile de transformateur** 402—405

A. Nastasi, I. Zîrnă, D. Grigoriu, D. Iorga, Fl. Constantin: **L'hydrotraitement des huiles. I.** 406—410

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Pavel, H. Florescu, F. Pană: **Le potentiel en hydrocarbures des essences résiduelles obtenues à la pyrolyse du propane et du mélange éthane — propane** 411—415

Gh. I. Bărbatu: **Contributions à l'étude et à la détermination des énergies d'activation de l'auto-allumage des hydrocarbures paraffiniques linéaires** 416—421

I. Nicolau, N. Tănase, F. Neagoe, G. Cioc: **Un nouveau type de drillomètre à tambour tête morte avec articulation excentrique auto-alignée avec l'axe du bout mort du câble** 422—432

C. Barbu, T. Dăneţ: **Au sujet du fondement de la Plate-forme Mésique de la zone Balş — Optaşi**

La zone de Balş est caractérisée du point de vue magnétométrique et gravimétrique par des anomalies positives d'une grande intensité situées au centre d'une élévation majeure contourée séismométriquement et par forage.

A la lumière des données de forage, ces caractéristiques géophysiques sont conditionnées par la présence en profondeur (1,600 m-3,000 m) d'un massif éruptif intrusif.

Dans cet article, sur la base des données pétrographiques de laboratoire, interprétées dans l'ensemble des informations géologiques et géophysiques de la zone, on apporte certaines précisions sur la variation de la profondeur et sur la constitution pétrographique de ce massif et de certains secteurs avoisinants; on fait quelques considérations sur l'âge, le caractère et l'évolution du massif de Balş, ainsi que sur sa position dans le cadre tectonique régional de la Plate-forme Mésique.

Petrol şi Gaze 21, 1970, nr. 7, p. 391
C.D. 551.782

G. A. Rădulescu, M. Ilea, C. Ionescu: **L'influence du degré de raffinage sur la qualité de l'huile de transformateur**

On a fait varier le degradé de raffinage d'une fraction d'huile dans un brut naphténique. Le but poursuivi est d'éliminer les composés indésirables, pour maintenir ceux qui confèrent les propriétés requises à l'huile.

Afin d'établir si les hydrocarbures aromatiques confèrent de la résistance à l'oxydation lorsqu'ils sont présents dans une proportion optimum ou si ceux-ci ont un rôle inhibiteur, on a examiné différents mélanges au degré d'aromaticité différent.

Une corrélation présentée graphiquement apparaît entre la structure chimique et les caractéristiques physico-chimiques de l'huile en question.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 7, p. 402
C.D. 665.636.6

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Pavel, H. Florescu, F. Pană: **Le potentiel en hydrocarbures des essences résiduelles obtenues à la pyrolyse du propane et du mélange éthane — propane**

On présente une étude analytique comparative des essences résultées à la pyrolyse du propane et du mélange éthane — propane, étude effectuée par des méthodes classiques et par la méthode de la chromatographie à gaz, en régime de programmation de la température. On met en évidence le potentiel élevé en hydrocarbures aromatiques et non saturés des essences résiduelles de pyrolyse et on indique les domaines les plus appropriés pour la mise en valeur des fractions étroites de ces essences.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 7, p. 411
C.D. 665.633

I. Nicolau, N. Tănase, F. Neagoe, G. Cioc: **Un nouveau type de drillomètre à tambour tête morte avec articulation excentrique auto-alignée avec l'axe du bout du câble**

Dans le domaine d'une particulière actualité de l'appareillage à mesurer les paramètres de forage, on présente un drillomètre d'une conception originale comportant en construction monobloc autant le système de transmission de la force du câble au traducteur dynamométrique que le système de fixation du bout mort du cable, du type tambour tête morte. En raison de la fixation du tambour tête morte au sol par l'intermédiaire du traducteur dynamométrique, à l'aide d'une articulation excentrique on assure l'auto-alignement du système de transmission de la force avec l'axe du câble et, par conséquent, l'élimination des erreurs de mesurage déterminées par les caractéristiques du câble. De cette manière, par la création d'un système auto-adaptable de transmission de la force, on obtient une précision de mesurage accrue par rapport aux drillomètres existant actuellement au niveau de la technique mondiale.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 7, p. 422
C.D. 622.24.08

Asupra fundamentului Platformei Moesice din zona Balş — Optaşi

C. Barbu şi T. Dăneţ

Zona Balş—Optaşi este situată în partea centrală vestică a Platformei Moesice, între rîurile Jiu şi Vedea. Primele informaţii indirecte asupra fundamentului acestei zone datează din perioada anilor 1937—1943, cînd măsurările gravimetrice şi magnetometrice au evidenţiat între localităţile Craiova şi Piatra Olt o zonă anomală pozitivă, cu maximum de intensitate situat aproximativ în dreptul localităţii Balş. Anomalia magnetică se înscrie pe un fond regional, cu tendinţa de negativare spre vest, iar anomalia gravimetrică se înscrie pe un fond regional, cu tendinţa de negativare spre nord. Autorii primelor lucrări, M. Socolescu, S. Stoenescu şi D. Milcoveanu şi mai tîrziu M. Steflea şi D. Sălişteanu, au încercat unele determinări cantitative pe baza cărora limita superioară a corpului perturbant s-ar situa la o adîncime medie de circa 2 000 m, iar, după susceptibilitatea magnetică măsurată, corpul perturbant ar fi de natură eruptivă. Zonele de maximă intensitate ale celor două anomalii se suprapun; ele prezintă în plan, forma unor elipse uşor deformate, cu dimensiuni diferite şi orientare nordică (fig. 1 a, 1 b).

Măsurările seismice evidenţiază zona Balş ca un platou ridicat, înconjurat la nord-vest şi la est de zone depresionare adînci. Aceste forme structurale majore, care mărginesc ridicarea Balş, sînt clar exprimate seismometric şi verificate prin sonde în vest (Depresiunea Băileşti), la nord (Avanfosa Carpatică) şi în est (Depresiunea Alexandria). Spre sud, situaţia este puţin neclară, datorită unui deficit de informaţii, dar se pare că aici după un culoar depresionar îngust, care leagă Depresiunea Alexandria de Depresiunea Băileşti, urmează un aliniament structural ridicat, care leagă ridicarea Corabia cu ridicarea Dîrvari.

Sondele adînci, săpate pe ridicarea Balş în scopul explorării eventualelor zăcăminte de ţiţei controlate de această ridicare majoră, au precizat că grosimea sedimentului variază între 1 600 şi 2 000 m, în partea centrală a ridicării, iar spre margini creşte pînă la 3 000 m. Dincolo de acest nivel izobatic, spre exterior, fundamentul a mai fost interceptat în patru sonde la nord şi la vest de Optaşi, la adîncimi izobatice cuprinse între 3 500 şi 4 300 m. Imediat la nord de aceste sonde, datele seismice şi de foraj sugerează coborîrea bruscă a fundamentului la adîncimi mai mari de 6 000 m. O situaţie asemănătoare se întrevede din datele existente şi pentru celelalte margini ale ridicării Balş, dar se remarcă faptul că aceste coborîri au avut loc în mod compensator.

Încă de la traversarea sedimentarului, elemente psamopsefitice remaniate în depozitele detritice ale triasicului inferior anunţau prezenţa apropiată a fundamentului alcătuit din roci eruptive şi din şisturi cristaline. Aceste roci au fost apoi deschise „în situ". Pînă în prezent, fundamentul zonei studiate a fost interceptat în 14 sonde, din care, în decursul anilor, probele extrase şi analizate s-au acumulat în suficientă măsură pentru a putea da o idee mai precisă asupra naturii şi a constituţiei lui petrografice. De asemenea, datele sigure privind adîncimea suprafeţei fundamentului, împreună cu cele estimate în alte sonde adînci şi în corelaţie cu complexul de informaţii geofizice din zonă, au permis să se schiţeze unele idei generale referitoare la extinderea şi alura reliefului zonei de fundament ridicat, precum şi asupra caracterului şi poziţiei acestuia în cadrul tectonic regional al Platformei Moesice.

Cele mai multe foraje (11) au deschis fundamentul eruptiv intrusiv pe grosimi variind între 100 şi 150 m (numai o sondă la Balş 1-a interceptat pe o grosime de 500 m). Definirea tipurilor petrografice s-a făcut după criteriul componenţei minerologice cantitative, utilizînd în acest scop clasificarea preconizată de P. Niggli (fig. 2).

Ansamblul rocilor care alcătuiesc fundamentul în această regiune se plasează în cîmpurile delimitate şi intitulate ca în figura 2 :

— grupa de roci granitice;

— grupa de roci granodioritice şi granogabbrouri;

— grupa de roci dioritice şi gabbroice.

Distribuţia în suprafaţă a varietăţilor petrografice astfel determinate a permis separarea a două sectoare în care rocile se asociază după afinităţi de natură chimică, ca urmare a procesului de diferenţiere magmatică.

Pentru simplificare se discută împreună grupa rocilor granodioritice şi gabbroice. Sintetizînd aceste date într-un tablou sinoptic, rezultă următoarea imagine de ansamblu asupra

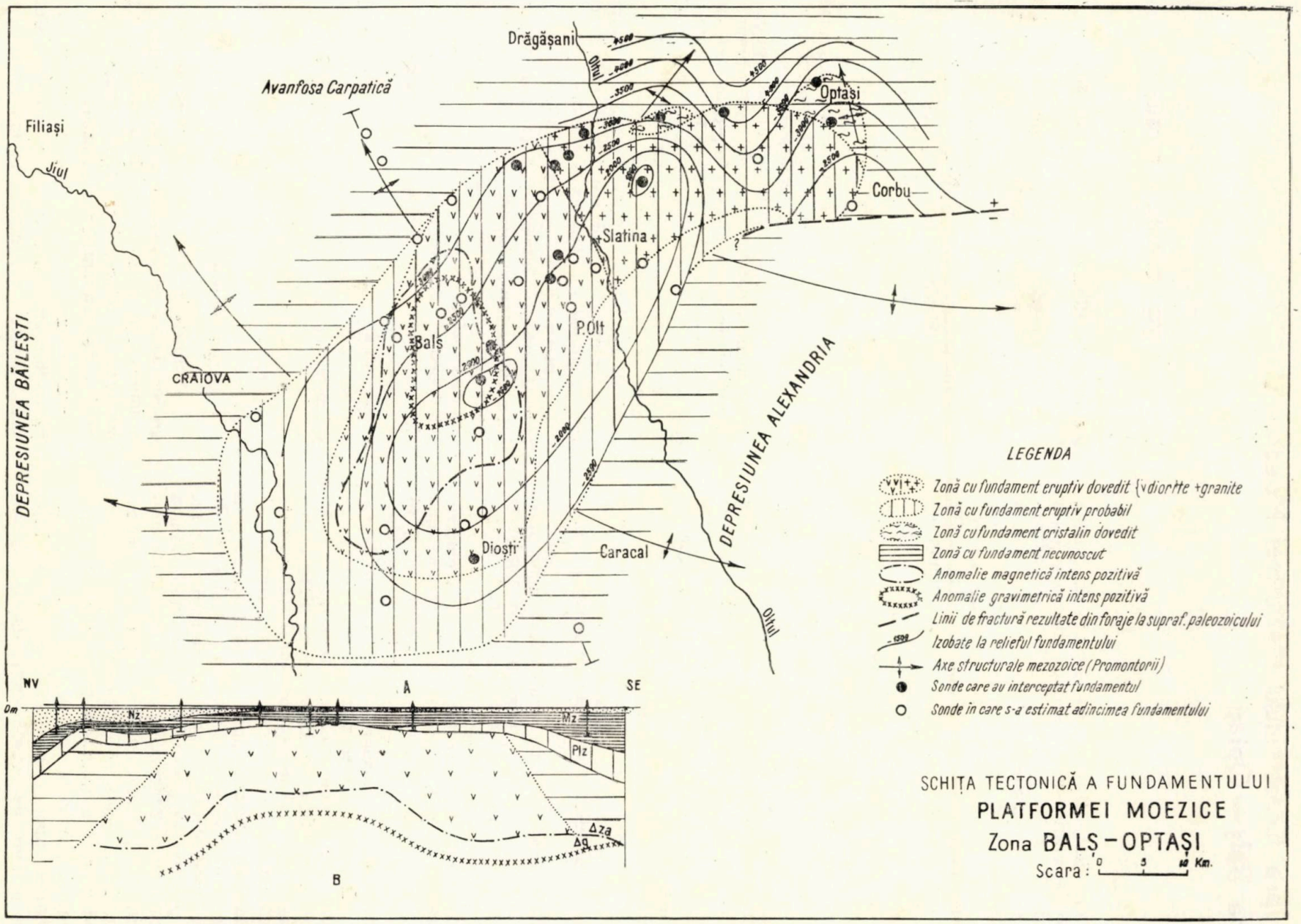
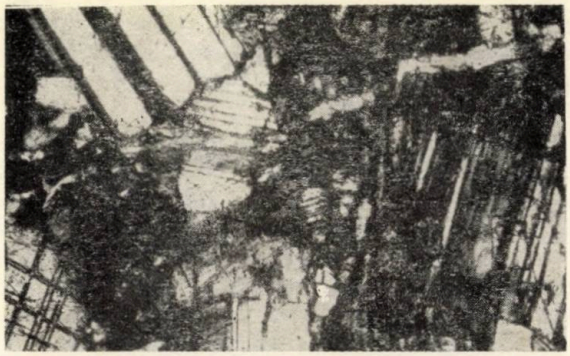
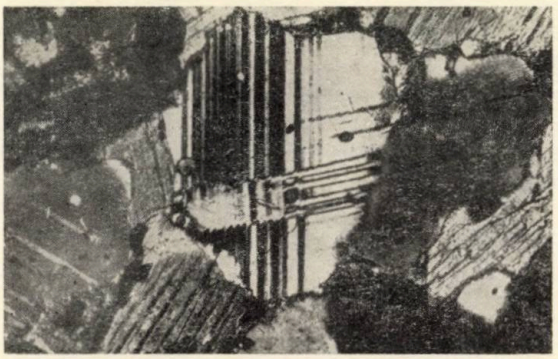

Drăgășani
Avanfosa Carpatică
Filiași
Jiul
Optași
Corbu
Slatina
Bals
P.Olt
CRAIOVA
DEPRESIUNEA BĂILEȘTI
DEPRESIUNEA ALEXANDRIA
Dioști
Caracal
Jiul
NV
A
SE
Om
Nz
Mz
Plz
Δza
Δg
B
LEGENDA
Zonă cu fundament eruptiv dovedit (+diorite +granite
Zonă cu fundament eruptiv probabil
Zonă cu fundament cristalin dovedit
Zonă cu fundament necunoscut
Anomalie magnetică intens pozitivă
Anomalie gravimetrică intens pozitivă
Linii de fractură rezultate din foraje la supraf. paleozoicului
Izobate la relieful fundamentului
Axe structurale mezozoice (Promontorii)
Sonde care au interceptat fundamentul
Sonde în care s-a estimat adîncimea fundamentului
SCHIȚA TECTONICĂ A FUNDAMENTULUI
PLATFORMEI MOEZICE
Zona BALȘ – OPTAȘI
Scara : 0 5 10 Km.

Fig. 1

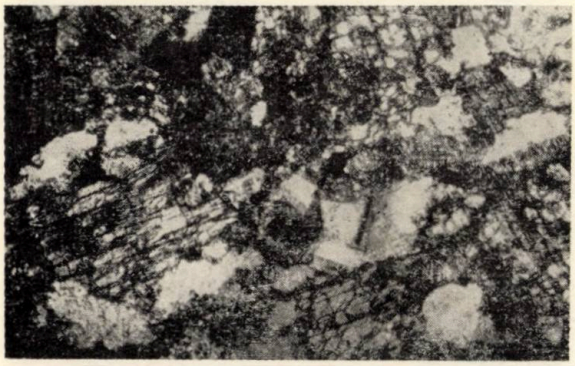


1. Gabbrou — sonda Bîrza × 160



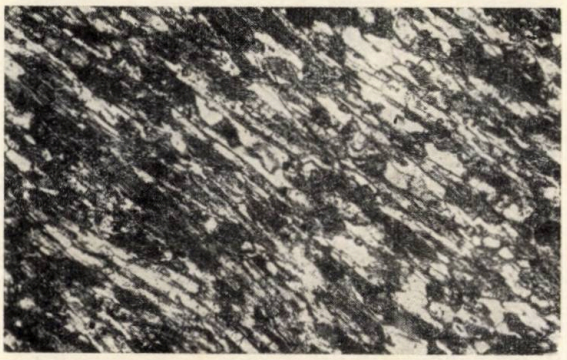
2. Meladiorit — sonda Balş × 160

3. Hornblendit — sonda Balş, × 160

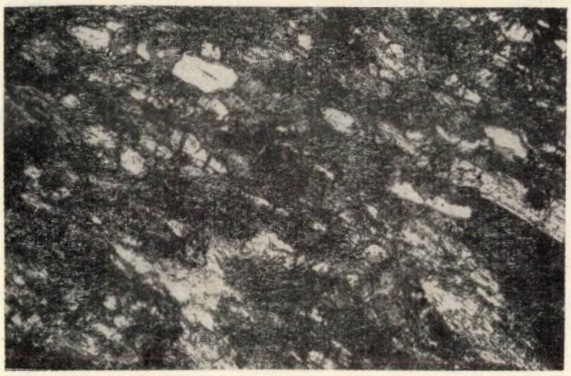


4. Diorit — sonda Slatina × 55

5. Granodiorit — sonda Dioşti × 55



6. Şist anfibolic-cloritic cu epidot — sonda N. Optaşi × 160



7. Şist amfibolitic—cloritic cu epidot şi calcit — sonda N. Slatina × 160

8. Cloritoşist cu porfiroblaste de albit şi de zoizit — sonda Optaşi × 160

Planşa I

naturii petrografice a fundamentului eruptiv studiat.

Cele două sectoare astfel conturate în tabela 1 sînt separate cartografic printr-o linie ce s-ar dezvolta paralel cu Valea Oltului, pe malul drept trecînd la est de Piatra Olt (fig. 1 a).

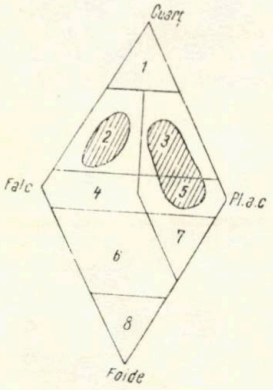


Fig. 2:

1—roci silexitice; *2*— roci granitice; *3*—roci granodioritice și granogabbroice; *4*—roci sienitice; *5*—roci dioritice și gabbroice; *6*—roci foyaitice; *7*—roci dioritice și gabbroice cu foide; *8*—roci foidice.

TABELA 1

Sectorul S—V Balș—Dioști Roci granodioritice + dioritice gabbroice	Sectorul N—E Slatina—Mogoșești Roci granitice
1. Gabbrouri — Bîrza	1. Granite ± microclin — Priseaca
2. Melodiorite și diorite — Bîrza — Balș — Slatina	2. Granite cu biotit — Mogoșești
3. Hornblendite — Balș	3. Granite cu structură porfiroidă — Strejești
4. Aplite microgranitice filoniene	4. Granite cu muscovit—sericit cataclazate
	5. Aplite granitice filoniene — Optași — Corbu

Sectorul sud—vestic, Balș—Dioști, este alcătuit preponderent din roci cu caractere diferențiate bazice, de tipul gabbrourilor și al meladioritelor, cu un bogat conținut în minerale femice și în oxizi de fier de tip magnetit și ilmenit.

Gabbrourile examinate în secțiuni subțiri sînt roci de culoare închisă, negricioasă, cu structura hipidiomorfă, alcătuite în principal, din feldspați plagioclazi, bazici — tip labrador — și, din piroxeni (dialag-diopsid) subordonat amfiboli, iar ca minerale accesorii din apatit, epidot, uralit și, foarte abundent, magnetit. (Pl. I—1).

Meladioritele și dioritele sînt roci bogate în componente melanocratice, prin prezența hornblendei comune alături de feldspați plagioclazi de compoziție mai alcalină, andezin. Asociat mai apar biotitul, cloritul și accesoriile apatit și magnetit (Pl. I. 2, 3, 4). În alcătuirea mineralogică a tipurilor de roci citate se remarcă o serie de transformări secundare, dintre care mai pregnante sînt: cloritizarea și uralitizarea mineralelor femice din grupele piroxeni și amfiboli.

Granodioritele și dioritele cuarțifere fac tranziția spre seria granitică, avînd în compoziția lor, alături de cuarț și de feldspat, cantități subordonate de minerale femice (Pl. I 4, 5).

Sectorul de N—E Slatina—Mogoșești cuprinde roci cu caracter profund acid, suprasaturate în SiO_2, fapt ilustrat prin variațiile structurale și mineralogice de granite. Acestea sînt constituite din cuarț (45%) și din feldspați alcalini, orto- sau plagioclazi acizi, de compoziție albit-oligoclazi, ceea ce conferă rocilor respective culori deschise, alb-roz. S-au remarcat varietăți de granite cu microclin, cu muscovit și cu biotit. Ca varietăți structurale, granitele apar hipidiomorfe, cu fenomene de concreșteri grafice dezvoltate local sau, uneori, megaporfirice, prin dimensiunile exagerate pe care le prezintă feldspații. Ca modificări mineralogice secundare apar procesele de sericitizare, de cloritizare, de calcitizare și de silicifiere, care afectează feldspații și mineralele femice din rocă.

Precizînd faptul că rocile eruptive intrusive din zona Balș nu au fost traversate integral în nici un punct, se apreciază, pe baza caracteristicilor petrografice corelate cu ansamblul datelor geologice și geofizice că fundamentul zonei Balș este un masiv predominant dioritic, fapt pentru care este denumit în această lucrare „masivul dioritic Balș". Această constatare este susținută și de datele generale referitoare la dezvoltarea în profunzime a tipurilor de roci menționate, precum și de condițiile lor de geneză.

Așa cum este jalonat deocamdată de punctele sigure de observație, masivul Balș se dezvoltă pe direcția localităților Dioști—Slatina—Corbu. Între Piatra Olt și Dioști, sectorul considerat mai binecunoscut a fost extins spre vest, înglobîndu-se zonele de maximă intensiate a anomaliilor gravimetrice și magnetice, care au fost apreciate ca informații sigure asupra extinderii masivului eruptiv în această direcție. Așa cum s-a mai arătat, aceste anomalii, descoperite cu circa 20 de ani înainte ca fundamentul să fie interceptat, au fost primele care au anunțat prezența lui apropiată și chiar natura lui. Se remarcă faptul că anomaliile magnetice și gravimetrice se plasează în sectorul sudic, cu fundament eruptiv bazic. Ele par să reflecte nu suprafețele cele mai elevate ale fundamentului, ci mai de grabă nucleul lui, zonă de maximă concentrație în elemente fero-magnetice de mare densitate. Două sonde care au interceptat fundamentul în interiorul conturului anomal au deschis: prima, circa 500 m de amfibolite și meladiorite, iar cea de-a doua, circa 120 m de gabbrouri.

În figura 1 se mai conturează o zonă cu fundament eruptiv probabil, adică o zonă în care se întrevede extinderea fundamentului eruptiv direct sub cuvertură. Această probabilitate se bazează pe unele corelări făcute într-o serie de foraje adînci, dar mai ales pe informațiile generale seismice, care, aproximativ pe acest traseu, delimitează zona de platou. La exteriorul acestui contur probabil, s-a considerat un domeniu cu fundament necunoscut, care suportă un sedimentar evident mai gros. Prin analogie cu situația cunoscută pe marginea nord-estică a masivului Balș, este posibil ca acest domeniu să aparțină fundamentului metamorfic. Fundamentul metamorfic a fost deschis în zonă prin trei sonde, două în sectorul Optași, la adîncimi izobatice de 2 931 m și de 3 482 m, și una la circa 15 km N—E de Slatina, la adîncimea de 3 150 m. El apare sub forma unei borduri situate în partea N—E a masivului granitic. Se remarcă faptul că probele extrase au furnizat roci aparținînd unor faciesuri metamorfice sensibil înrudite:

— faciesul șisturilor verzi;

— faciesul amfibolitelor cu epidot.

Varietățile petrografice determinate microscopic se înfățișează într-o descriere sumară astfel:

— Șisturile cloritoase cuarțoase, cu structură granolepidoblastică și cu textură șistoasă, apar alcătuite din benzi de cuarț granoblastic, în alternanță cu pachete de minerale micacee, în care predomină cloritul: subordonat, reține atenția paiete de biotit cloritizat, de muscovit și de sericit. Ca minerale accesorii și secundare apar calcitul și pirita.

— Cloritoșisturile cu porfiroblaste de albit și de zoizit sînt roci cu structură caracteristică porfiroblastică; masa fundamentală a rocii este realizată de componenți minerali, din cuarț, din clorit, din sericit și din epidot, în

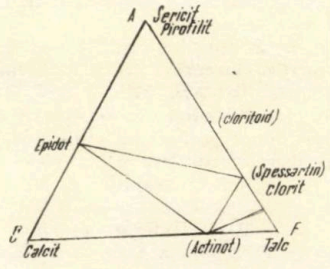


Fig. 3. Principalele parageneze în faciesul metamorfic al șisturilor verzi.

care se dezvoltă larg cristale de albit și de zoizit. Se adaugă subordonat minerale de tipul calcitului și ale piritei (Pl. I—8).

— Șisturile amfibolitice cu epidot, la care se adaugă cantități variabile de calcit sau de clorit ca principalul însoțitor al paragenezei faciesului amfibolitelor cu epidot, sînt roci cu structură granolepidoblastică și cu textură șistoasă. Componentul principal al acestor tipuri petrografice îl constituie hornblenda (circa 40%), urmată de cuarț, de epidot, de clorit, de zoizit și de calcit. Ca minerale opace se individualizează oxizii de fier, magnetitul, iar secundar au loc depuneri de calcit, de cuarț și de pirită, în spațiile microfisurale (Pl. I 6—7).

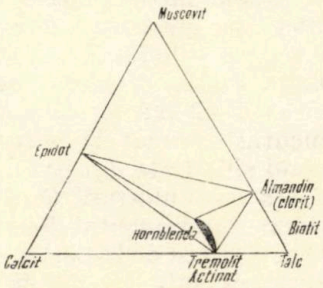


Fig. 4. Principalele parageneze în faciesul metamorfic amfibolitic—epidotic.

O caracteristică a zonei cu fundament neidentificat, care înconjoară masivul Balș, o constituie alura morfostructurală ondulată direcțional sub formă de promontorii ale cuverturii mezozoice. Această formă poate să muleze un relief paleozoic sau poate chiar mai vechi. În figura 1, a sînt figurate axele promontoriilor clar exprimate seismetric și controlate prin foraje la nivelul mezozoicului. Două dintre acestea, cele mai nordice, au fundament cristalin, metamorfic dovedit. Pe celelalte însă sedimentarul încă nu a fost complet străbătut. Datorită semnificației deosebite pe care o prezintă aceste promontorii din punct de vedere petrolifer, este interesant de cunoscut modul de dezvoltare pe direcție, în vederea explorării lor și la mare adîncime. Acestea constituie, în prezent, o problemă care preocupă intens geologii de specialitate, dar rezolvarea ei este foarte dificilă deocamdată, deoarece ea necesită o analiză gelogică complexă foarte amănunțită, pentru care datele existente sînt insuficiente.

În ceea ce privește vîrsta punerii în loc a masivului eruptiv de la Balș, se poate afirma cu certitudine că este vorba de paleozoic, deoarece cel mai vechi sedimentar întîlnit peste fundament datează din această epocă. În legătură cu această problemă se mai pot face unele precizări. Cel mai vechi sedimentar întîlnit peste fundamentul eruptiv este un pachet gros de 100 m, alcătuit din microgresii cu ciment cloritic argilos, din argile cenușii, compacte, și din rare resturi cărbunoase, fără fosile. El se află situat sub stiva de calcare datînd din carboniferul inferior — devonian, de care este separat printr-un aplit granitic, gros de 40 m. În schema stratigrafică, tip, stabilită pentru paleozoicul din Platforma Moesică, acest pachet s-ar situa în devonianul inferior, dar nu e exclus ca el să fie cambroordovician. Se menționează

însă faptul că în stiva de calcare de deasupra nu s-au observat urme de metamorfism. La circa 10 km vest de Dioşti, o sondă situată în interiorul conturului anomal pozitiv magnetic a intrat, din triasic mediu, într-o serie de argile dolomitice şi grezoase, cenuşii închise, şi în argilite verzui silicifiate, datate palinologic gothlandian. Sonda a deschis această serie pe intervalul 1912—2 222 m, fără să intercepteze fundamentul estimat la circa 2 300 m. Argilitele verzui silicifiate din bază par a trăda o vagă influenţă metamorfică. O altă sondă la care s-a estimat fundamentul foarte aproape, la circa 2 500 m este cea de la Corbu. Aici fundamentul se situează sub o serie de gresii silicioase foarte vechi, după datele palinologice, probabil cambrian-ordovician. Fenomenele de metamorfism pe care le trădează pe alocuri aceste gresii şi apropierea lor de zona cristalină de la Optaşi au permis să se traseze marginea masivului granitic în apropierea sondei respective. În restul sondelor, fundamentul eruptiv a fost întîlnit sub permian, reprezentat prin porfire sau prin material eruptiv sfărîmat, sau sub triasic, reprezentat prin gresii şi prin argile roşii sau prin dolomite la care nu s-au observat tendinţe metamorfice. Aceste observaţii duc la ideea că vîrsta punerii în loc a masivului eruptiv este, probabil, paleozoic inferior.

Aşa cum rezultă din secţiunea anexată (fig. 1 b), grosimea relativ mică şi litologia formaţiunilor paleozoice de pe masivul eruptiv pledează pentru existenţa lui ca atare în acea perioadă, dar la un nivel izobatic submers, regim care s-a menţinut, în general, pînă la sfîrşitul carboniferului mediu, cînd întreaga unitate a fost exondată. În timpul permotriasicului, masivul Balş s-a menţinut într-o fază semicontinentală, cu excepţia marginilor de sud-est şi de nord-est, unde se întîlnesc şi dolomitele triasice. După exondarea din liasic, care a interesat, de asemenea, întreaga unitate, o coborîre mai accentuată a înregistrat masivul Balş în jurasicul mediu-superior şi în cretacic. În neozoic, masivul Balş s-a comportat solidar cu întreaga jumătate sudică a Platformei Moesice (zona de platformă propriu-zisă), unde formaţiunile respective prezintă numai cîteva sute de metri grosime. Zona situată la nord şi la vest de acest masiv, acoperită de o cuvertură sedimentară relativ groasă, a înregistrat o scufundare puternică în sarmaţianul inferior-mediu, împreună cu întreaga margine nordică a Platformei Moesice, formînd versantul platformic al Avanfosei Carpatice externe, cu ramificaţia ei sudică de la vest de Jiu, din sectorul Băileşti.

În cadrul tectonic major al Platformei Moesice, prin dimensiunile sale, estimate la 90 km lungime şi aproape 30 km lăţime, masivul Balş reprezintă un element tectonic de ordinul I, format dintr-un eruptiv intrusiv cu caracter batolitic.

El se plasează în interiorul unei vaste zone depresionare, paleozoice şi mezozoice, zonă care se reazemă la vest pe ridicarea Dîrvari—Chilia, iar la est pe ridicarea Dobrogeană. Marginile de nord şi de sud ale acestei zone depresionare nu sînt precizate încă. Masivul Balş, împreună cu ridicarea majoră Corabia — Ghigheni, au reprezentată în centrul acestei vaste depresiuni nuclee geotectonice solide, imperturbabile la solicitările orogenice hercinice şi alpine, păstrînd stabilitatea şi asigurînd dezvoltarea cuverturii sedimentare, într-un regim tectonic liniştit.

BIBLIOGRAFIE

1. Barbu, C. şi Vasilescu, E.: Tectonique du soubassement Premezozoique de la Plateforme Moesique (Territoire Roumain). A. G. C-B VIII-ième congres, Belgrade, 1967. Rapports geotectonique.
2. Dumitrescu, I. ş. a. Memoriu la harta tectonică a României. În: An. Com. Geol. **XXXII**, 1962.
3. Gavăţ, I. şi Stănculescu, A.: Sintetizarea şi interpretarea rezultatelor geofizice din Muntenia şi Oltenia. Tema nr. 14. În: Arh. Min. Petrol., Bucureşti, 1956.
4. Giuşcă, D.: Petrologia rocilor endogene. Bucureşti, Ed. Didactică, 1963.
5. Grigoraş, N.: Studiul geologic complex al Platformei Moesice. Tema 103 I. L. Geo. Arg. Min. Petrol. Bucureşti 1961.
6. Grigoraş, N., Pătruţ, I. şi Popescu, M.: Contribuţie la cunoaşterea evoluţiei geologice a Platformei Moesice de pe teritoriul R. P. R. Asoc. Geol. Carpato — Balcanică, Congres V. (1961) Vol. IV. Tectonica, Bucureşti.
7. Murgeanu, G. şi Patrulius, D.: Paleozoicul Platformei Moesice. Asoc. Carpato-Balcanică, Congres **VI**, Varşovia, 1963.
8. Niggli, P.: Die quantitative mineralogische klassifikation der Eruptgesteine, 1931.
9. Pătruţ, I., Popescu, M., Teodorescu, C. şi Molnar, M.: Contribuţii la cunoaşterea geologiei Plaformei Moesice. Stratigrafie. În: Petrol şi gaze, **12**, nr. 11, Bucureşti, 1961.
10. Popescu, M., Pătruţ, I. şi Paraschiv, D.: Studiul actual de cunoaştere geologică a Platformei Moesice de pe teritoriul României. În: Petrol şi gaze, **18**, nr. 1, Bucureşti, 1967.
11. Popescu, I., Sălişteanu, D. şi Ionescu, A: Raport asupra lucrărilor de prospecţiuni seismice în regiunea Balş. În; Arh. Min. Petrol, Bucureşti, 1956.
12. Popescu, I., Barbu, C. şi Barbu, A.: Raport final asupra lucrărilor seismice din zona Balş — Filiaşi. În: Arh. Min. Petrol, Bucureşti, 1958.
13. Reinisch, R.: Petrographisches Praktikum, Berlin, 1957.
14. Socolescu, M.: Referat privind prospecţiunile gravimetrice în regiunea Balş. A. C. E. X, Bucureşti, 1943.
15. Stoenescu, S.: Prospection gravimetrique avec la balance de torsion dans la region de Balş. G. A. Bucureşti, 1942.
16. Vasilescu, E., Barbu, C., Herescu, A. şi Doicin, T.: Studiul geologic complex al Platformei Moesice — Tema 200. În: Arh. Min. Petrol, 1966, Bucureşti.
17. Wahlstrom, E.; Igneoeus minerals and rocks. New-York, 1957.
18. Wincehell, N. şi Winchell, H.: Elements of optical mineralogy. New York, 1957.
19. Zavaritiki, A. N. Rocile eruptive, (traducere), Ed. ştiinţifică, Bucureşti, 1958.

Noile sape româneşti realizează performanţe remarcabile

C. Nestor

Eficienţa lucrărilor de foraj depinde în cea mai mare măsură de performanţele sapelor. Alegerea celui mai potrivit tip de sapă, calitatea sapelor sînt factori ce acţionează direct asupra costului forajului.

O metodă sigură de a se obţine economii în activitatea de foraj este scurtarea perioadei de foraj propriu-zise, inclusiv a timpului necesar pentru manevră. În acest scop, una dintre principalele măsuri ce poate fi luată o constituie îmbunătăţirea sapelor, prin mărirea capacităţii lor de lucru, respectiv prin creşterea metrajului pe sapă şi mărirea vitezei mecanice.

Pe baza unor date statistice, s-au întocmit diagramele din figurile 1 şi 2, care redau economiile ce se obţin la trei tipuri de sonde în funcţie de creşterea metrajului pe sapă [1].

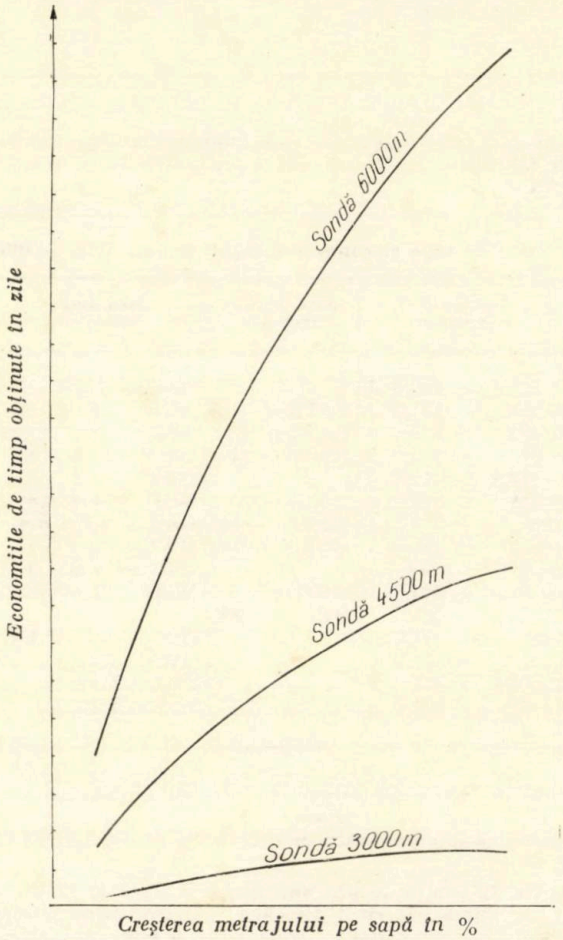


Fig. 1. Economiile de timp în funcţie de creşterea metrajului pe sapă.

Din analiza acestor diagrame rezultă că economiile în lei sau în timp sînt cu atît mai mari, cu cît este vorba de o sondă mai adîncă.

Ele ilustrează în mod elocvent influenţa calităţii sapelor asupra cheltuielilor de foraj.

În ţara noastră, fabricaţia de sape cu conuri a început în anul 1948, la uzinele „1 Mai" din Ploieşti şi a evoluat în trei etape distincte :

1. *Etapa 1948 — 1959* reprezintă începutul fabricaţiei de sape cu conuri, cînd s-a lucrat cu posibilităţi modeste, după proiecte la fel de modeste.

2. *Etapa 1960 — 1967*, în care s-a trecut la înzestrarea cu instalaţii noi, în special în sectorul de prelucrare. Paralel, s-a reactualizat construcţia sapelor din fabricaţia curentă, aducîndu-se o serie de îmbunătăţiri.

3. *Etapa actuală*, începînd cu anul 1968, în care s-a început asimilarea sistematică a sapelor cu conuri după proiecte moderne, după un plan bine stabilit. În acelaşi timp, s-a trecut la dotarea uzinei cu cele mai moderne instalaţii de forjă şi tratament.

În dorinţa de a satisface cît mai mult necesităţile interne şi de a ne afirma pe piaţa externă, s-a întocmit un program care prevede asimilarea, în prima etapă, a 64 de tipodimensiuni de sape [5].

În tabela 1 sînt însemnate cu x sapele care urmează a fi asimilate în prima etapă. Notarea sapelor s-a făcut conform STAS 328 (după tăria rocilor), unde literele au următoarea semnificaţie :

S = slab
SM = slab mediu
M = mediu
MA = mediu şi abraziv
MT = mediu tare
MTA = mediu tare abraziv
T = tare
TA = tare şi abraziv
TEA — tare, extra tare şi abraziv

În tabelă este redată şi echivalenţa între notaţia STAS 328 şi notaţia firmei Hughes (S.U.A.).

Noile construcţii de sape se caracterizează prin :

1. Geometria danturii astfel realizată încît să asigure o viteză mecanică sporită.

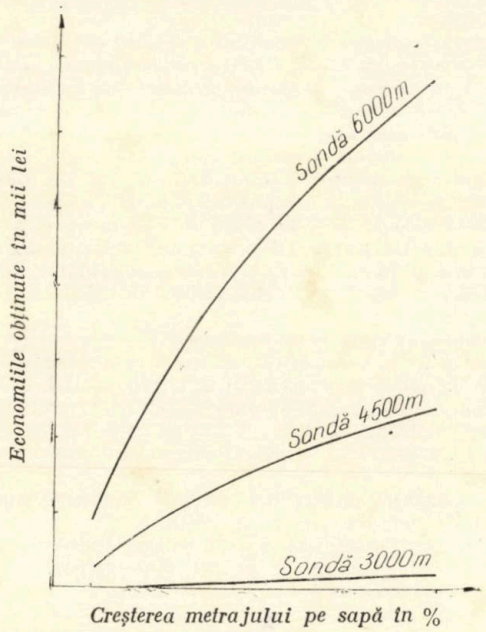


Fig. 2. Economiile în mii lei în funcţie de creşterea metrajului pe sapă.

TABELA 1

Tipodimensiunile de sape cu conuri pentru foraj ce se vor asimila în prima etapă

Diametrul sapei			Tipul sapei (după STAS 328 și după Hughes)								
Nominal	mm	în	S OSC-3A OSC-3	SM OSC-1G OSC	M OWV	MA OW	MT OWL	MTA OWC	T W7	TA W7R W7R – 2	TEA RG–7 RG-1
5	114,3	4 1/2				×				×	
	136,5	5 3/8				×		×		×	
6	142,9	5 5/8						×		×	
	146,1	5 3/4						×		×	
	158,8	6 1/4		×				×		×	
7	161,9	6 3/8		×						×	
	165,1	6 1/2						×		×	×
	171,5	6 3/4								×	
8	187,3	7 3/8	×		×			×		×	×
	190,5	7 1/2			×			×		×	
9	212,7	8 3/8		×	×			×		×	×
	215,9	8 1/2		×	×			×		×	
	222,3	8 3/4		×	×			×		×	
10	244,5	9 5/8	×	×	×			×		×	
12	295,0	11 39/64	×			×		×		×	
13	311,2	12 1/4	×		×			×		×	
14	346,1	13 5/8	×		×			×		×	
16	393,7	15 1/2	×		×			×			
18	444,5	17 1/2	×					×			

Pentru terenurile moi s-a mers pe tendința micșorării numărului de dinți, a creșterii pasului între doi dinți și a măririi înălțimii dintelui. Scopul acestei geometrii este de a mări coeficientul de ventilație, adică a mări posibilitatea de ieșire a detritusului de sub sapă, pentru ca dinții să vină permanent în contact cu teren viu, pe de o parte, iar pe de altă parte, de a face să crească presiunea specifică de contact a dinților pe rocă.

În cazul terenurilor tari și tari-abrazive, s-a căutat să se asigure dintelui tăria și rezistența la uzură. Aceasta s-a realizat prin aplicarea de brățări de legătură între doi sau trei dinți vecini, realizînd dinți în formă de L, W, U, T, TT etc.

2. Adaptarea unor rulmenți robuști care să asigure o anduranță cît mai mare. Aproape la toate dimensiunile de sape s-a mers pe construcția de lagăr: rolă — bilă — lagăr de alunecare de capăt în vîrful conului. Rolul acestui din urmă lagăr este de a prelua o parte din forța axială exercitată asupra rolelor și bilelor.

3. Adaptarea aproape în totalitate a spălării exterioare prin jet direct pe talpă, cu ajutorul a trei duze mineralo-ceramice rezistente la abraziune. Montarea și demontarea duzelor se face cu ușurință, datorită sistemului de prindere și a interschimbabilității acestora

4. Folosirea de oțeluri de calitate superioară. Astfel, pentru fălci s-a prevăzut un oțel de cementare Cr, Ni, Mo, similar din punctul de vedere al compoziției chimice cu oțelul SAE 8720 H. Pentru conuri, s-a prevăzut un oțel de cementare cu Ni și Mo, similar din punctul de vedere al compoziției chimice cu oțelul SAE 4820 H. Pentru încărcarea lagărului de alunecare al fălcilor, s-a prevăzut un aliaj pe bază de cobalt, de tipul stelit, iar pentru încărcarea dinților conurilor, s-au prevăzut materiale dure din carburi de wolfram.

5. Alegerea unor tratamente termice și termochimice care să asigure materialului proprietăți deosebite. Astfel, la fălci s-a prevăzut carbonitrarea butonului pînă la baza lui (59 — 62 HRC pe o adîncime de 1,5 — 1,8 mm), cu protejarea gulerelor contra carbonitrării. După carbonitrurare, întreaga falcă este călită.

La con, se prevede carbonitrurarea în întregime, pe o adîncime de 1,5 — 1,8 mm (59 — 62 HRC).

În ambele cazuri se impune ca în stratul carbonitrurat să nu existe martensită aciculară sau carburi libere dispuse în rețea și nici austenită reziduală.

★

În cursul anilor 1968 — 1969 au fost realizate și omologate 15 tipodimensiuni de sape.

În tabela 2 sînt redate aceste sape împreună cu echivalentele lor din fabricația de serie și cu cele produse de firma Hughes (S.U.A.)

TABELA 2

Noile tipuri de sape cu conuri omologate în anii 1968 — 1969

Nr. crt.	Denumirea prototipului	Sapa de serie echivalentă	Sapa Hughes echivalentă
1	8 MTA — 187,3 J	—	OWC-J 7 3/8
2	8 TA — 187,3 J	R8Tb — 190	W7R — J 7 3/8
3	9 SM — 212,7 J	R9Mb — 214	OSC — 1GJ 8 3/8
4	9 M — 212,7 J	R9Cb — 214	OWV — J 8 3/8
5	9 MTA — 212,7 J	—	OWC — J 8 3/8
6	9 TA — 212,7 J	—	W7R — J 8 3/8
7	10S — 244,5 J	R10Mb — 243	OSC — 3J 9 5/8
8	10M — 244,5 J	R10Cb — 243	OWV — J 9 5/8
9	10 MTA — 244,5 J	—	OWC — J 9 5/8
10	10 TA — 244,5 J	R10Tb	W7R — J 9 5/8
11	12 TA — 295 J	R12Tb — 295	—
12	13S — 311,2 J	—	OSC — 3J 12 1/4
13	13M — 311,2 J	—	OWV—J 12 1/4
14	13MTA — 311,2 J	—	OWC—J 12 1/4
15	13 TA — 311,2 J	—	W7R—J 12 1/4

Încercările noilor prototipuri în vederea omologării s-au făcut după următorul program:

— probe de stand pe placă de oțel sau în bloc de granit cu 1 — 2 sape;

— probe în șantier la una sau mai multe sonde unde s-a folosit un număr de circa 15 sape prototip, circa 5 sape echivalente din fabricația de serie, circa 5 sape echivalente din fabricație Hughes (S. U. A.). Ca sape de comparație s-au ales cele fabricate de firma Hughes (S. U. A.) cunoscîndu-se că ele ocupă primul loc în lume din punct de vedere a performanțelor.

În cele ce urmează va fi redat felul cum au fost experimentate sapele prototip 10TA-244, 5 J.

S-au executat 28 de sape 10TA-244,5 J, în două loturi:

Lotul I compus din 16 sape numerotate de la 01 la 16, la care încărcarea dinților s-a făcut de către uzina „1 Mai" și lotul, numerotat de la 17 — 28 la care încărcarea dinților s-a făcut de către ICTCM prin metoda ARC — ATOM.

Au fost încercate la standul de probă sapele cu numerele 04 și 08 din primul lot și sapa nr. 24, din al doilea lot. În urma rezultatelor favorabile obținute la stand, ambele loturi de sape au fost propuse pentru experimentare în șantier.

Pentru experimentarea primului lot de sape s-a întocmit un program de experimentare în baza căruia primele 6 sape s-au încercat în comparație cu o sapă din import,fabricată de firma Hughes, de tip W7R — 95/8, la sonda 78.

Experimentarea s-a efectuat în perioada 15 ianuarie — 10 februarie 1968, iar intervalul străbătut a fost cuprins între adîncimile 1939,60 — 2031,5, totalizînd 101,90.

În acest interval au fost folosite încă 5 sape de serie R10Tb Ø 243 mm, astfel că porțiunea de gaură indicată a fost forată de 12 sape, în următoarele condiții :

Instalația de foraj	4LD-150 cu 2 pompe triplex
Ultima coloană tubată	10 3/4 — 850 mm
Prăjini grele (7 in)	154 m lungime
Apăsare	14 — 15 t
Turație	75 — 90 rot/min
Presiune pompe	50 — 75 kgf/cm^2
Debit	20 — 32 l/s

Adîncimea în momentul experimentării 1935 m în oligocen.

Rocile întîlnite în oligocen au constat din menilite, gresii cuarțifice și disodile (care fac parte din categoria rocilor tari și abrazive) alternate cu marne nisipoase și nisipuri compacte.

Indicatorii medii obținuți cu sapele experimentale și cu cele de comparație sînt dați în tabela 3.

Luînd în comparație indicatorii medii realizați de sapele experimentale în comparație cu sapele de serie 2R10Tb, Ø = 243 mm și cu sapa Hughes W7R 9 5/8″ (244,5 mm), situația în procente este următoarea :

	Sapa 10TA—244,5 J / Sapa 2R10Tb %	Sapa 10 TA-244,5 J / Sapa W7R %
Metraj m/sapă	270	81
Timp de lucru, h/sapă	232	84
Viteză mecanică, m/h	118	96,5

În ceea ce privește metrajul pe sapă, acesta este de 2,7 ori mai mare la sapa experimentală față de sapa de serie 2R10Tb și reprezintă numai 81% din metrajul realizat cu sapa W7R-9 5/8″ de fabricație Hughes.

Timpul de lucru pe talpă a fost de 2,3 ori mai mare la sapa experimentală 10TA—244,5 J față de sapa 2R10Tb și reprezintă 84% din timpul de lucru al sapei din import.

Viteza mecanică, reprezentată prin metri/oră a fost cu 18% mai mare la sapa experimentală, în comparație cu cea obținută cu sapele de serie și reprezintă 96% din viteza mecanică obținută cu sapa din import W7R-9 5/8″.

Analizînd starea de uzură a sapelor 10TA-244,5 J față de sapa W7R-9 5/8″, se constată următoarele :

— Sapele experimentale 10TA-244,5 J, în general au uzuri mai mici la rulmenți, pînă la 80%, uzura dinților variază de la 30 la 80 %, mai mare pentru dinții marginali și mai mică pentru dinții situați pe coroanele intermediare și centrale. Jocurile rulmenților au variat între 0,5 și 2,5 mm radial și 0,5 la 1,5 mm, axial.

— Sapa W7R folosită ca sapă de comparație a avut jocuri radiale mai mari decît la sapele experimentale, variind între 4 și 5 mm, cele axiale fiind numai de 1 mm.

În general, dantura sapei din import a fost mai rezistentă decît dantura sapelor experimentale ; astfel se explică faptul de ce capacitatea de tăiere în timp a fost mai mare la sapa americană decît la modelul experimental românesc, în special pentru dantura marginală și pentru contracon.

Un alt lot de 8 sape experimentale s-a introdus la sonda 15 unde, pe intervalul 881, 60-1132, 50 m, un total de 250,90 m, au săpat comparativ cu 6 sape de serie 2R10Tb, Ø=293 și 2 sape W7R-J 5/8″ Hughes (S. U. A.), în formațiune eocenă, constînd din roci tari și abrazive, cu facies neuniform, avînd alternanțe de marne nisipoase compacte, nisipuri presate, gresii dure, în strate de diferite grosimi.

În cursul experimentării, sapele 2R10Tb nr. 656 și 10TA-244,5 J nr. 012 au fost extrase prematur, fără a-și termina capacitatea lor de lucru, din cauza unei deficiențe în sistemul hidraulic al instalației, și, deci, nu au fost luate în considerație la calcularea indicatorilor de foraj medii pentru sapele prototip și cele de comparație.

În tabela 4 sînt date rezultatele medii obținute la sonda 15 cu sapele experimentale 10TA-244,5 J din lotul I, în comparație cu sapele de serie 2R10Tb, Ø = 243 și cu sapele din import W7R-9 5/8″ de fabricație Hughes.

Luînd în considerare indicatorii medii realizați de sapele experimentale în comparație cu sapele de serie 2R10Tb,Ø= = 243 mm, la forajul cu masa și cu sapele Hughes W7R-9 5/8″, situația este următoarea (%) :

	Sapa 10TA—244,5J / Sapa 2R10—Tb %	Sapa 10TA—244,5J / Sapa W7R 9 5/8″ %
Metraj, m/sapă	213	86
Timp de lucru, h/sapă	198	95
Viteza mecanică, m/h	107	91

TABELA 3

Performanțele sapelor 10TA—244, 5 J Lot. I la sonda 78

Nr. crt.	sapa nr.	tipul sapei și Ø	formațiunea geologică	duze, mm	data introducerii	Interval săpat de la	Interval săpat la	m/pe sapă	ore/sapă	vit. mec. m/h	vit. jet m/s.	Regim apăsare	Regim debit	Regim rotație	pres. circ. at.	Uzura, % dinți	Uzura, % rulmenți
1	4044	2R10Tb—243	Oligocen	16	15.I.68	1939,6	1940,6	1	2,5	0,40	68	14	32	90	50	60—70	80
2	4006	2R10Tb—243	Oligocen	16	16.I.68	1940,6	1944,2	3,6	7,0	0,51	68	14	32	90	50	80	80
3	03	10TA—244,5J	Oligocen	13	18.I.68	1944,2	1953,2	9	20	0,45	65	14	26	75	50	30	30
4	4121	2R10Tb—243	Oligocen	16	20.I.68	1953,2	1956,0	2,8	5	0,56	68	10	32	90	50	90	70
5	01	10TA—244,5J	Oligocen	13	21.I.68	1956,0	1967,5	11,5	20	0,58	65	15	26	75	50	75	60
6	3949	2R10Tb—243	Oligocen	16	21.I.68	1967,5	1973,1	5,6	12	0,47	68	15	32	90	50	75	30
7	02	10TA—244,5J	Oligocen	13	26.I.68	1973,1	1987,6	14,5	28	0,52	65	15	26	75	75	75	50
8	25176	W7R-Hughes 9 5/8	Oligocen	14,3	30.I.68	1997,2	2001,5	4,3	6,0	0,71	54	15	26	75	75	10	10
9	05	10TA—244,5J	Oligocen	13	28.I.68	1987,6	1997,2	9,60	19,50	49	65	15	26	75	75	80	30
10	4040	2R10Tb—243	Oligocen	16	3.II.68	2001,5	2005,0	3,5	10,6	0,35	55	14	26	75	75	80	100
11	25176	W7R-Hughes 9 5/8	Olipocen	14,3	4.II.68	2005,0	2015,0	10,0	20,5	0,48	54	15	26	75	75	70	100
12	06	10TA-244,5J	Oligocen	13	7.II.68	2015,0	2028,4	13,4	23,5	0,57	65	15	26	75	75	80	60
13	07	10TA-244,5J	Oligocen	13	9.II.68	2028,4	2031,5	3,1	4,5	0,69	65	15	26	75	75	90	100

TABELA 4

Performanţele medii ale sapelor 10TA – 244,5 J la sonda 15

Tipul şi diametrul sapei	Bucăţi	Total		Indicatori medii			Uzură, %		Observaţii
		m	h	m/ sapă	ore/ sapă	m/oră	dinţi	rulmenţi	
2R10Tb – Ø 243	3	13,2	8,5	4,4	2,8	1,57	90–100	100	Foraj cu turbina
2R10Tb – Ø 243	2	19,9	20,0	9,94	10,0	1,0	100	100	Foraj cu masa
10TA – 244,5 J	7	148,3	138,5	21,2	19,8	1,07	60–100	80 – 100	Foraj cu masa
W7R – 9 5/8"	2	49,2	41,5	24,6	20,8	1,18	70–90	100	Foraj cu masa

Din cele redate se poate constata că rezultatele obţinute cu sapele prototip la sonda 15 Dărmăneşti sînt comparabile cu cele de la sonda 78 Larga.

În figurile 3 şi 4 sînt date fotografiile unora din sapele experimentale în care se pot distinge stadiile de uzură a structurii de tăiere.

Sapa 10 TA-244,5 J nr. 09 (fig. 3 şi 5) se prezintă cu dantura uzată în mod relativ uniform, fiind erodată circa 80% din înălţimea dinţilor. Se observă în mod clar fenomenul de autoascuţire. Nu sînt dinţi săriţi. Uzura lor a fost treptată, mai puternică înspre centrul sapei şi mai redusă la coroanele marginale.

În comparaţie cu sapa W7R-9 5/8" nr. 24833 (fig. 4 şi 6), la care dantura a fost complet erodată, pentru aproximativ acelaşi metraj, se poate afirma că dantura sapei 10TA nr. 09 a rezistat mai bine decît aceea a sapei de import. Trebuie observat în plus faptul că sapa W7R nr. 24833 a lucrat 3 ore mai puţin decît sapa românească, depăşind metrajul numai cu 0,60 m, adică cu 2%, practic realizînd acelaşi metraj. Cozorocul sapei din import este mai uzat decît la sapa experimentală.

Fig. 3. Sapa 10 TA – 244, 5 j, nr. 09 folosită la sonda 15.

La sapa W7R rolele cilindrice se pot scoate cu mîna, din cauza uzurii înaintate a cozoroculuí, precum şi a jocurilor mari (circa 10 mm axial şi 8 mm radial).

La sapa 10TA 244,5 J nr. 09 jocurile axiale şi radiale sînt ceva mai mici, variind între 4 şi 8 mm şi, după cum se poate observa din figurile 3 şi 5, uzura cozoroculuí este mai redusă.

Este posibil, însă, după performanţele şi uzurile constatate, ca sapa din import să fi lucrat în intercalaţii mai dure şi mai abrazive, faţă de sapa românească.

La aceeaşi sondă, 15 s-au continuat experimentările cu încă un lot de 11 sape prototip 10TA-244,5 J în intervalul 1150,90 – 1490,20 m, comparativ cu 2 sape din fabricaţia de serie 2R10Tb, Ø = 243 şi 2 sape W7R-9 5/8" Hughes (S. U. A.), rezultatele obţinute confirmă pe cele anterioare, fiind comparabile.

★

În mod similar s-au executat încercările şi cu celelalte sape prototip realizate în anul 1969.

În tabela 5 sînt redate, în procentaje, rezultatele medii comparative pentru primele 15 tipodimensiuni de noi sape.

Aceste rezultate finale comparative arată în mod evident că performanţele noilor sape sînt superioare sapelor de serie fabricate în ţară apropiindu-se şi, uneori depăşind

Fig. 4. Sapa W 7R-9 5/8" (244,5) Hughes nr. 24833, folosită la sonda 15.

indicatorii de foraj ai sapelor din import, fabricate de către firma Hughes – S.U.A., firmă cu renume mondial în construcţia sapelor cu conuri.

Astfel, la noile sape metrajul obţinut a variat între 138 şi 278 %, durata de funcţionare între 122 şi 240 %, iar viteza

mecanică între 110 și 116 %, față de sapele de serie corespunzătoare.

În comparație cu sapele din import de fabricație Hughes, performanțele sapelor noi omologate s-au apropiat sensibil, obținîndu-se la metraj procentaje variind între 84 și 176, la timpul de lucru variind între 80 și 116 % și la viteza mecanică între 81 și 153 %; după cum se vede, sapele de construcție

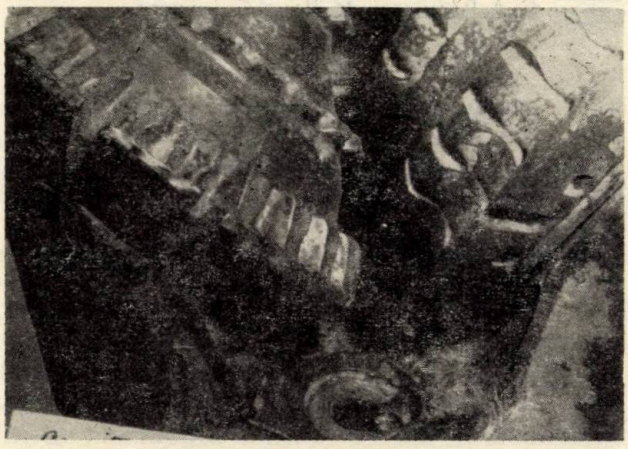


Fig. 5. Sapa 10 TA — 244,5 J nr. 09 folosită la sonda 15.

nouă fabricate în țară în anii 1968 — 1969 au obținut, în unele cazuri, performanțe superioare celor din import. Aceste variații se datoresc, în parte, numărului relativ mic de sape din import utilizate, iar pe de altă parte variației forabilității rocilor străbătute, cu toate că experimentarea comparativă s-a făcut prin alternanță. Din aceste motive, rezultatele obținute au un caracter calitativ și mai puțin cantitativ, la comparația făcută cu sapele Hughes.

Fapt sigur este că, față de vechile tipuri de sape, cele 15 noi tipodimensiuni de sape au obținut rezultate superioare, făcînd un salt calitativ în ceea ce privește capacitatea de lucru la metrajul pe sapă, cu peste 50% la sapele pentru roci slabe și cu 80 — 100 % la sapele pentru roci tari și abrazive, perfor-

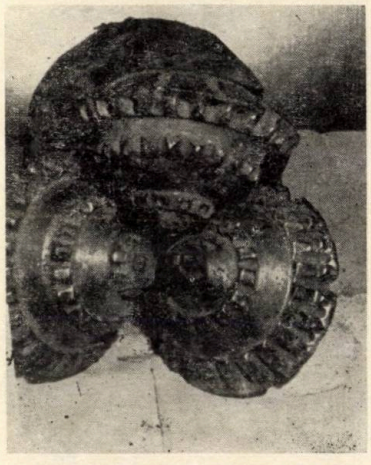


Fig. 6. Sapa W 7R 9 5/8" (Hughes) nr. 24833 folosită la sonda 15.

manțele lor fiind comparabile cu ale sapelor americane de fabricație Hughes.

Din analiza felului și a gradului de uzură a pieselor componente ale sapelor de construcție nouă, față de uzurile constatate la sapele din import, se poate afirma că rezistența la uzură a fost comparabilă.

TABELA 5

Rezultatele medii în procente ale noilor tipuri de sape în comparație cu sapele din fabricația de serie și cu sapele Hughes (S.U.A.)

Nr. ord.	Sape noi omologate în 1968	Metrajul mediu, %		Durata medie, %		Viteza mecanică medie, %	
		față de sape Hughes	față de sape serie R.S.R.	față de sapa Hughes	față de sapa serie R.S.R.	față de sapa Hughes	față de sapa serie R.S.R.
1	8MTA—187,3J	140	—	131	—	107	—
2	8TA—187,3 J	117	278	106	240	110	116
3	9SM—212,7 J	81	—	84	—	95	—
4	9M—212,7 J	87	—	80	—	97	—
5	9MTA—212,7 J	92	—	87	—	106	—
6	9TA—212,7 J	Omologată prin extindere					
7	10S—244,5 J	84	165	81	150	89	110
8	10M—244,5 J	176	—	116	—	152	—
9	10MTA—244,5 J	146	—	104	—	153	—
10	10TA—244,5 J	90	212	91	193	98	110
11	12TA—295 J	—	138	—	122	—	113
12	13S—311,2 J	100	—	85	—	125	—
13	13M—311,2 J	120	—	108	—	122	—
14	13MTA—311,2 J	123	—	108	—	114	—
15	13TA—311,2 J	82	—	100	—	81	—

★

Rezultatele obținute cu noile sape au arătat că în toate cazurile cînd s-au făcut experimentări în paralel cu sapele de serie, s-a obținut o creștere a metrajului de peste 100%.

Aceasta înseamnă că folosirea noilor sape la procesul de foraj va aduce economii însemnate.

Intrarea în funcțiune a noilor secții de forjă și tratament termic vor permite aplicarea unor tehnologii moderne în procesul de fabricație a sapelor. Astfel, dantura se va realiza direct din forjare, fără prelucrări ulterioare, asigurînd dintelui o rezistență sporită, datorită fibrajului continuu; tratamentul termic și termochimic complet automatizat se va realiza în cuptoare cu atmosferă controlată, asigurînd elementelor componente ale sapei, proprietăți fizico-mecanice superioare.

Pe baza experienței acumulate pînă în prezent, avînd asigurată o dotare a uzinei la cel mai înalt nivel tehnic, se poate afirma cu certitudine că noile sape cu conuri românești vor fi comparabile cu cele mai bune sape realizate în lume și că se vor impune în cel mai scurt timp, atît în țară, cît și peste hotare.

Pentru a se menține în continuare la nivelul rezultatelor obținute, este necesar să se diversifice permanent fabricația și să se continue în mod sistematic cercetarea în domeniul construcției sapelor cu conuri.

BIBLIOGRAFIE

1. *** STE — 78B. Asimilarea de noi sape cu conuri în perioada 1965 — 1970. I.P.C.U.P.
2. H. G. Benston. Rock-Bits Design — Selection and Evolution.
3. *** Catalogul firmei Hughes Tool Co — S.U.A., 1968 — 1969.
4. *** Catalogul firmei Smith Tool Co — S.U.A.,1969 — 1970.
5. *** Composite Catalog S.U.A. 1970—1971.

Influenţa gradului de rafinare asupra calităţii uleiului de transformator

G. A. Rădulescu, M. Ilea şi C. Ionescu

După cum se ştie, structura chimică a unui ulei are o deosebită importanţă asupra rezistenţei sale la oxidare. În cazul uleiului de transformator, s-au făcut multe investigaţii, deoarece rezistenţa la oxidare este una dintre proprietăţile sale de bază. Datele referitoare la structura optimă sînt însă foarte variate [2, 5, 6, 8] ele fiind, probabil, dependente de natura materiei prime. Aceeaşi observaţie este valabilă şi pentru procesul cel mai adecvat de rafinare [1, 3, 4, 7].

În lucrarea de faţă structura s-a examinat atît prin analiza „ndV" recomandată pentru uleiurile izolante (ASTM D — 2140/66), cît şi prin determinarea conţinutului de hidrocarburi aromatice prin separare pe silicagel. În ultimul caz, studiul s-a limitat la efectul proporţiei de aromatice, fără a examina şi influenţa răşinilor.

Variaţia gradului de rafinare

Materie primă

Pentru experienţele descrise în lucrarea de faţă, s-a folosit drept materie primă o fracţiune distilată din ţiţei naftenic de Cartojani, cu următoarele caracteristici :

Densitatea la 20°C, D_4^{20}	0,8988
Viscozitate la 20°C, cSt	26,8
Viscozitate la 100°F, cSt	12,36
Indice de refracţie, n_D^{20}	1,5008
Punct de inflamabilitate (M.P.), °C	142
Hidrocarburi aromatice, % gr.	32
Punct de congelare, °C	—50
Distilare STAS :	
punct iniţial, °C	309
distilat la 360°C, %	74

Tratarea uleiurilor

În vederea realizării unor amestecuri cu diferite grade de aromaticitate, s-au preparat mai multe fracţiuni de bază.

Într-o primă serie de experienţe, s-a efectuat o extracţie adîncă cu furfurol, prin tratarea materiei prime cu două părţi furfurol într-o coloană în contracurent la temperatura de 100°C, la vîrful coloanei, şi de 70°C, la bază. Rafinatul obţinut (R_1) a servit drept component principal în amestecurile studiate. Faza extract a fost supusă unor separări succesive, şi anume la 60, 50, 40 şi 27°C, obţinîndu-se rafinatele R_2, R_3, R_4 şi R_5, după cum se arată în figura 1.

În altă serie de experienţe, faza extract de la extracţia cu furfurol s-a separat numai la cîte o temperatură, după cum se arată în figura 2, obţinîndu-se rafinatele R_6, R_7 şi R_8.

Cele opt rafinate obţinute au un conţinut de hidrocarburi aromatice foarte variat. Pentru determinarea hidrocarburilor aromatice, uleiul dizolvat 1 :1 în eter de petrol s-a percolat pe silicagel (o parte ulei la 20 de părţi silicagel). Hidrocarburile saturate s-au eluat cu eter de petrol, iar cele aromatice cu benzen. În tabela 1

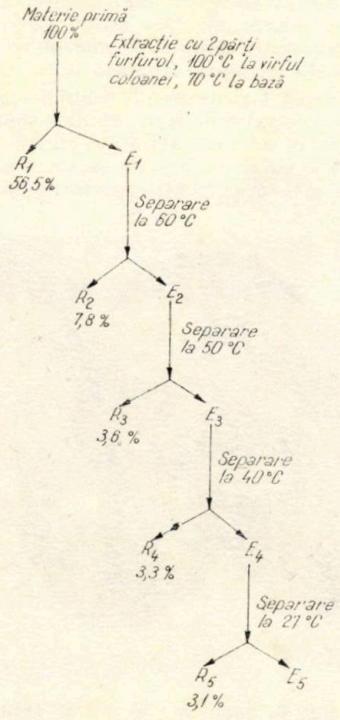


Fig. 1. Extracţia cu furfurol şi separarea succesivă a fazei extract la diferite temperaturi.

se prezintă conţinutul de hidrocarburi aromatice şi indicele de refracţie al celor opt rafinate.

În afara rafinatelor de la extracţia cu furfurol, s-a mai examinat şi un alt rafinat, care prezintă o compoziţie diferită. În plus, s-a mai cercetat

şi uleiul obţinut în modul obişnuit prin tratare cu acid sulfuric (16% acid sulfuric concentrat), precum şi uleiul rezultat din rafinarea cu acid combinată cu extracţia cu acelaşi solvent.

Obţinerea uleiurilor finite

Cu cele opt rafinate obţinute la extracţia cu furfurol s-au alcătuit diferite amestecuri. S-a urmărit lămurirea unui aspect neclar în com-

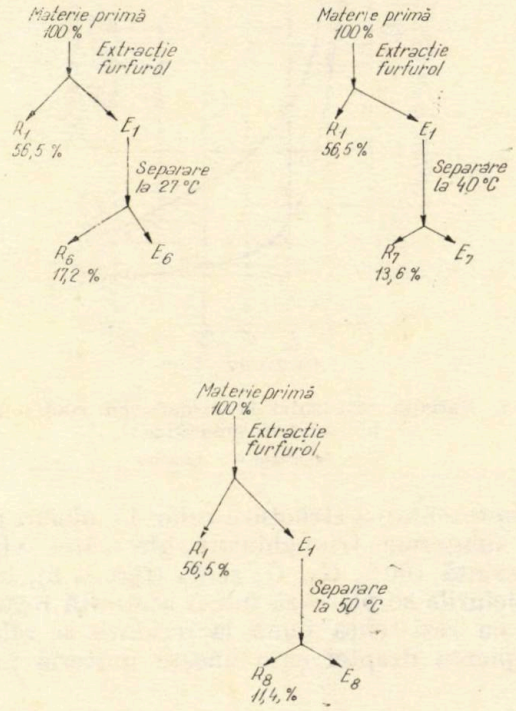


Fig. 2. Extracţia cu furfurol şi separarea directă a fazei extract la o temperatură sub 70°C.

portarea uleiului de transformator la oxidare în legătură cu structura sa, şi anume dacă unele hidrocarburi aromatice au rol de inhibitor cînd sînt prezente în proporţii mici sau dacă este necesar un conţinut ridicat de hidrocarburi aromatice.

În acest scop, pentru a obţine o primă serie de amestecuri, s-a adăugat rafinatului R_1,

TABELA 1

Analiza rafinatelor obţinute prin extracţie cu furfurol în diferite condiţii

Rafinatul	n_D^{20}	Hidrocarburi aromatice, % gr.
R_1	1,4760	7,7
R_2	1,4930	27,6
R_3	1,4953	30,7
R_4	1,4976	34,1
R_5	1,5002	37,11
R_6	1,4980	31,1
R_7	1,4960	29,8
R_8	1,4948	28,3

cîte 1/2 din proporţia randamentului din rafinatele R_2, R_3, R_4 şi R_5. Se menţionează că aceste fracţiuni, obţinute prin separarea în continuare a fazei extract la diferite temperaturi, reprezintă proporţii mici. Aceste amestecuri ar permite, deci, să se pună în evidenţă rolul de inhibitor al hidrocarburilor aromatice.

Pentru a obţine o altă serie de amestecuri, s-au adăugat rafinatului R_1, fracţiunile R_6, R_7 şi R_8, în proporţia randamentului. Deoarece aceste rafinate au rezultat prin separare directă din faza extract la o singură temperatură, ele reprezintă proporţii mai substanţiale. Amestecurile s-au efectuat prin urmare pentru realizarea unui conţinut mărit de hidrocarburi aromatice.

În tabela 2 se arată schematic modul de obţinere şi de finisare a uleiurilor studiate în lucrarea de faţă.

TABELA 2

Modul de obţinere şi de finisare a diferitelor probe de uleiuri de transformator

Nr. probei	Felul uleiului	H_2SO_4, %	Pămînt decolorant, %
1	100 R_1 (solventat două părţi furfurol, 100—70°C)	5	5
2	93,5 R_1+6,5 R_2(separat din extract la 60°C)	5	5
3	97,5 R_1+2,5 R_3 (separat succesiv la 50°C)	5	5
4	98R_1+2R_4 (separat succesiv la 40°C)	5	5
5	98,2 R_1+1,8 R_5 (separat succesiv la 27°C)	5	5
6	76,5 R_1+23,5 R_6 (separat total din extract la 27°C)	—	5
7	80,3 R_1+19,7 R_7 (separat total din extract la 40°C)	—	5
8	83 R_1+17 R_8 (separat total din extract la 50°C)	—	5
9	Rafinat special cu solvent	5	5
10	Materia primă rafinată cu acid sulfuric	16	2
11	Rafinare combinată (proba nr. 10+solvent)	—	2

Analiza uleiurilor

Examinarea structurii

Cele 11 uleiuri au fost supuse separării pe silicagel, pentru determinarea proporţiei de hidrocarburi aromatice. Analiza structurală s-a făcut după metoda *ndV*, care constă în determinarea indicelui de refracţie, a densităţii şi a viscozităţii la 100°F. Cu aceste date se calculează interceptul refracţiei şi constanta viscozitate-gravitate, iar cu ambele valori se determină conţinutul de atomi de carbon aromatici C_A, naftenici C_N şi parafinici C_P, cu ajutorul unei diagrame.

Rezistența la oxidare

Oxidarea s-a efectuat după metoda CEI, prin oxidare cu oxigen 164 de ore, la 100°C, în prezență de cupru.

În tabela 3 se prezintă rezultatele acestor analize pentru cele 11 uleiuri de transformator.

Conținutul de sulf și de azot bazic

În cazul uleiurilor care au cea mai bună rezistență la oxidare, se constată și o reducere considerabilă a conținutului de sulf și de azot bazic:

	Sulf, %	Azot bazic, p.p.m.
Materia primă	0,35	110
Uleiul 9	0,14	8
Uleiul 10	0,16	20

Tangenta unghiului de pierderi dielectrice (tgδ la 90°C). Gradul de rafinare optim cu privire la rezistența la oxidare determină în același timp și caracteristici electrice favorabile, tangenta unghiului de pierderi avînd valorile:

Materia primă	0,1
Uleiul 9	0,0024
Uleiul 10	0,0076

Interpretarea rezultatelor

Din tabela 3 se vede că primele cinci uleiuri, cu conținut de hidrocarburi aromatice cuprins între 6,6 și 8%, prezintă o foarte slabă rezistență la oxidare. În figura 3, care arată variația acidității și a reziduului după oxidarea CEI, în funcție de conținutul de hidrocarburi aromatice, se vede schimbarea bruscă a rezistenței la oxidare, după depășirea unei anumite proporții de aromatice.

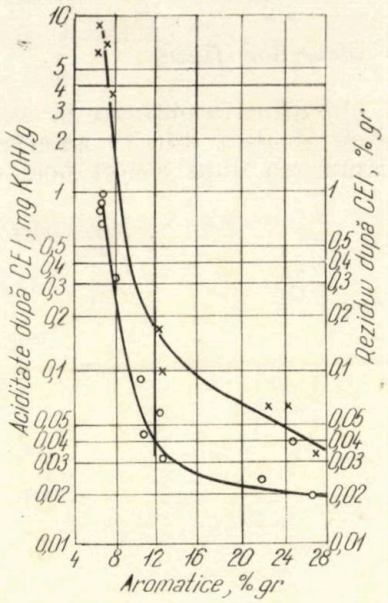


Fig. 3. Variația rezistenței la oxidare cu conținutul de hidrocarburi aromatice:
x — aciditate; o — reziduu

Reprezentarea structurii celor 11 uleiuri printr-o diagramă triunghiulară, ale cărei vîrfuri reprezintă 100% C_A, C_N și C_P (figura 5), arată că uleiurile se plasează într-o anumită regiune; cele cu rezistență bună la oxidare se află în apropierea dreptei care unește materia primă

TABELA 3

Analiza probelor de ulei de transformator

Nr. probei	Felul uleiului	Oxidare CEI		Hidrocarburi aromatice, %	n_D^{20}	d_4^{20}	V/100°F cSt	Intercept refracție	C.V.D.	C_A, %	C_N, %	C_P, %
		reziduu %	aciditate mg, KOH/g									
1	R_1(furf ·2/1.100°C — 70°C)	0,76	8,57	6,6	1,4725	0,8635	12,24	1,0408	0,844	2	49	49
2	$R_1 + \frac{1}{2} R_2$(extr. separat la 60°C)	0,33	3,75	8,0	1,4733	0,8633	12,08	1,0417	0,834	2	44	54
3	$R_1 + \frac{1}{2} R_3$(idem, succesiv la 50°C)	1,00	6,91	7,2	1,4744	0,8667	12,3	1,0411	0,834	2	45	53
4	$R_1 + \frac{1}{2} R_4$(idem, succesiv la 40°C)	0,75	6,15	7,1	1,4728	0,8629	12,1	1,0413	0,834	2	44	54
5	$R_1 + \frac{1}{2} R_5$(idem, succesiv la 27°C)	0,96	6,91	7,2	1,4729	0,8627	12,15	1,0416	0,841	3	46	51
6	$R_1 + R_6$(separat total la 27°C)	0,032	0,10	12,6	1,4788	0,8735	12,3	1,0425	0,843	5	43	52
7	$R_1 + R_7$(idem, la 40°C)	0,061	0,18	12,3	1,4775	0,8710	12,3	1,0420	0,840	4	44	52
8	$R_1 + R_8$(idem, la 50°C)	0,048	0,091	10,3	1,4768	0,8698	12,32	1,0419	0,840	4	44	52
9	Rafinat special	0,042	0,067	24,44	1,4893	0,8882	12,32	1,0452	0,857	10	40	50
10	Rafinare acidă	0,02	0,034	27,63	1,4912	0,8915	12,19	1,0455	0,868	13	42	45
11	Rafinare combinată	0,027	0,068	22,2	1,4862	0,8847	12,36	1,0439	0,860	10	46	44

cu vîrful C_N. Această reprezentare grafică este probabil valabilă pentru aceeași materie primă supusă unor regimuri diferite de rafinare.

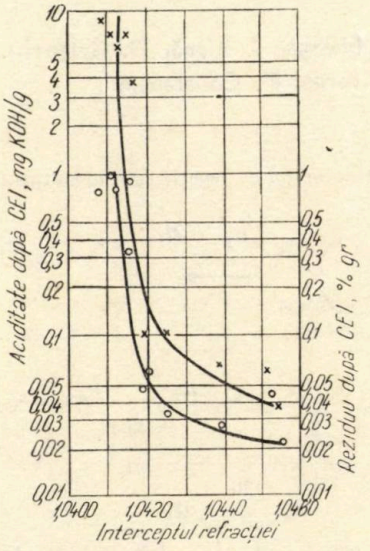


Fig. 4. Variația rezistenței la oxidare cu interceptul refracției : x — aciditate; o — reziduu.

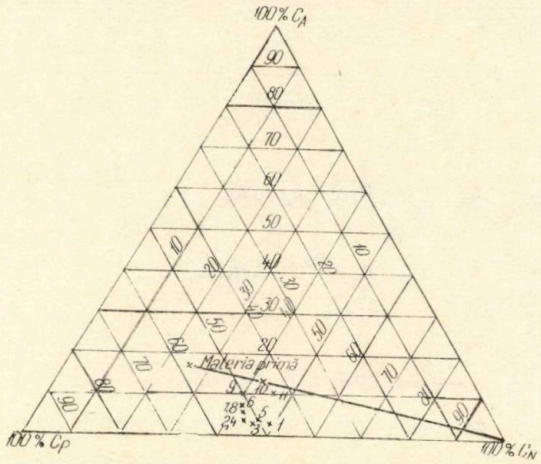


Fig. 5. Diagrama triunghiulară a compoziției structurale (numerele punctelor experimentale corespund probelor de ulei din tabelele 2 și 3).

Concluzii

Din încercările făcute cu materia primă menționată, se pot trage următoarele concluzii :

— Conținutul de hidrocarburi aromatice al uleiului rafinat prezintă un minim necesar pentru asigurarea rezistenței la oxidare. Natura acestor hidrocarburi intervine probabil, de asemenea.

— Gradul optim de rafinare a uleiului, din punctul de vedere al rezistenței la oxidare, este însoțit de un conținut minim de sulf și de azot bazic, precum și de o valoare suficient de mică a tangentei unghiului de pierderi dielectrice.

— Analiza *ndV* permite reprezentarea grafică a structurii printr-o diagramă triunghiulară. Uleiurile obținute din materia primă studiată prin diferite procedee de rafinare se plasează într-o anumită regiune a diagramei triunghiulare.

— Prin unirea punctului care reprezintă materia primă cu vîrful 100% C_N, se obține o dreaptă care delimitează conținutul favorabil de aromatice pentru o bună rezistență la oxidare.

BIBLIOGRAFIE

1. Culiev, R. S. și colab. În: Himia i tehnologia topliv i masel, **10**, nr. 5, mai 1965, p. 12.
2. Keil, G. și colab. Procedeu pentru fabricarea uleiului izolant pentru transformatoare, condensatoare și cabluri de înaltă tensiune. Certificat de autor nr. 23 c/78562 R. D. G. din 7. 03. 1962.
3. Krilovici, N. și colab. În : Petrol și gaze. **17**, nr. 7, 1966, p. 348.
4. Kutevalov, V. V. și Koraibog, E. V. În: Himia i tehnologia topliv i masel, **11**, nr. 6. 1966, p. 31.
5. Jezl, J. L. și Stuart, A. P. În: Industrial Engineering Chemistry, **50**, 1958, p. 947.
6. Mills, I. W. și Melchiore, J. J. În: I. E. C. Product Research and Development, **6**, nr. 1, 1967, p. 40.
7. Nastasi, A., Zîrnă, I. și colab. În: Petrol și Gaze, **20**, nr. 8. 1969, p. 603.
8. Vesely, V. și Baxa, Y. În: Chemische Technik **16**, nr. 9, 1964, p. 553.

Hidrotratarea uleiurilor. I

Chimism, transformări structurale, catalizatori, parametri

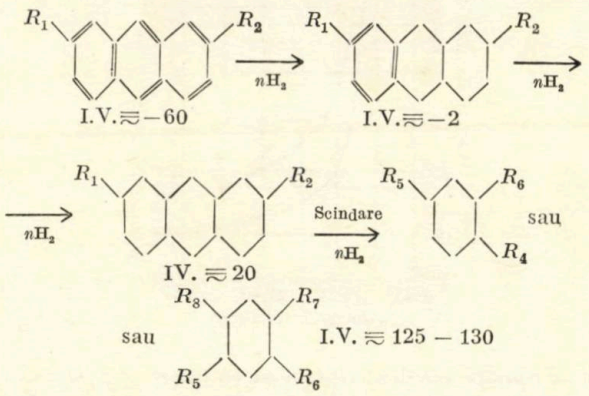
A. Nastasi, I. Zîrnă, D. Grigoriu, D. Iorga, Fl. Constantin

Paralel cu dezvoltarea hidrofinării, care urmăreşte finisarea uleiurilor solventate, s-a dezvoltat un procedeu destul de recent, constînd în hidrogenarea distructivă moderată a uleiurilor, cu scopul de a le ameliora indicele de viscozitate, precum şi alte caracteristici de calitate. Acest proces, denumit în cele mai multe cazuri „hidrotratare", permite, prin modificările structurale pe care le promovează valorificarea uleiurilor cu structură nafteno-aromatică avînd un indice de viscozitate mic sau chiar negativ, la uleiuri cu indici de viscozitate peste 100, randamentul de ulei hidrotratat variind între 40 şi 80% [14, 18].

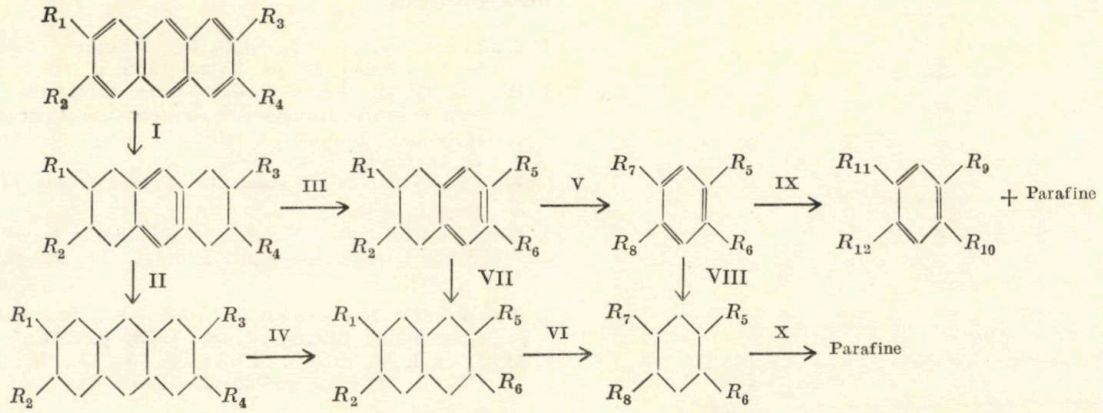
Procedeul se poate aplica la o gamă foarte variată de uleiuri, cu conţinut ridicat de compuşi cu sulf şi cu azot, înlocuind solventarea atît prin eficienţă economică, cît şi prin calitate. Uneori însă el nu se pretează la uleiuri parafinoase cu indice natural de viscozitate ridicat, întrucît transformările structurale ale parafinelor nu duc la o ameliorare deosebită de indice, obţinîndu-se randamente relativ scăzute pentru creşteri relativ mici de indici de viscozitate [16].

În literatura de specialitate, se găsesc informaţii numai asupra existenţei destul de recente a unor instalaţii industriale de hidrotratare, cum ar fi unitatea conform procedeului IFP—BASF din Spania, precum şi cîteva unităţi ale firmei Gulf Research & Develop. În rest, sînt prezentate numai date şi consideraţii ale unor cercetări efectuate la nivel de instalaţii micropilot şi pilot.

Un model de astfel de reacţii este următorul:



sau, mai complet:



1. Generalităţi privind hidrotratarea uleiurilor

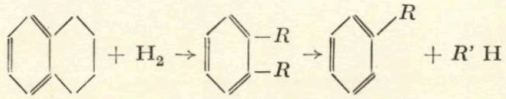
1. 1. *Chimismul hidrotratării*

Spre deosebire de hidrofinare, unde au loc numai modificări ale compuşilor cu sulf, cu azot şi cu oxigen, în sensul desfacerii legăturilor carbon-sulf, carbon-azot, carbon-oxigen, precum şi hidrogenarea dublelor legături olefinice, fără însă a hidrogena inelul aromatic, în hidrotratare au loc reacţii mai adînci, distructive, cu repercusiuni destul de importante în structura produselor de reacţie. Astfel, în condiţiile hidrotratării (400—430°C, 100—300 at), au loc reacţii de hidrogenare a aromaticelor polinucleare la naftenele corespunzătoare, faza finală fiind desfacerea prin scindare a unor cicluri, cu formare de alchilnaftene cu catene liniare sau ramificate. Aceste reacţii sînt principale în hidrotratare, fiind responsabile de creşterea indicelui de viscozitate [13].

Se observă că pornind de la alchilaromatice cu indice de viscozitate negativ (aproximativ — 60), se obţin prin treptele intermediare de hidrogenare şi de scindare, alchinaftene cu catene mai lungi, corespunzînd unor indici care depăşesc 100.

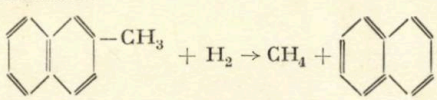
În afară de reacţiile descrise, în hidrotratare mai au loc reacţii secundare, proprii hidrocracării, cum sînt:

— hidrocracare:



$$R-CH_2-CH_2-R' + H_2 \rightarrow R-CH_3 + R'-CH_3$$

— dezalchilare:



— desfacere de ciclu pînă la parafine;
— izomerizare.

Aceste reacţii sînt, însă, reduse datorită temperaturilor, care nu ajung chiar în domeniul hidrocracării, precum şi datorită selectivităţii catalizatorilor specifici de hidrotratare [10]. De exemplu, dezalchilarea, care este mai puţin dorită la hidrotratare, întrucît micşorează cantitatea de alchilnaftene în produsul final (deci, indicele de viscozitate), este favorizată în oarecare măsură de catalizatorii conţinînd ca element activ cobalt şi molibden, catalizatorii pe bază de wolfram şi de nichel fiind mai puţin activi la dezalchilare şi, deci, mai indicaţi în hidrotratare.

Trebuie precizat faptul că, în urma reacţiilor prezentate, la hidrotratare rezultă uleiuri cu un randament de 60—80%, restul fiind fracţiuni mai uşoare, motorină, benzină şi gaze. Benzinele pot fi valorificate pentru reformare catalitică, conţinînd în mare parte naftene şi avînd un conţinut foarte mic de compuşi cu sulf şi cu azot.

1.2. *Modificări structurale, conform chimismului hidrotratării*

Conform chimismului arătat, în hidrotratare au loc modificări structurale mult mai pronunţate decît la hidrofinare, ele îmbrăcînd forma proceselor distructive. Într-o serie de publicaţii sînt prezentate modificările pe care le suferă diverse clase de hidrocarburi şi de compuşi în condiţiile hidrotratării [3, 11, 13, 18].

Lucrările efectuate pe o materie primă cu iniţialul 370°C şi cu un conţinut de sulf de peste 1,9% (tabela 1) s-au desfăşurat la trei viteze volumare diferite, în condiţii de temperaturi tipice de hidrotratare (> 400°C).

După cum se observă din tabela 1, cu scăderea vitezei volumare, la temperaturi în jur de 400°C, randamentul în hidrogenat cu limitele de fierbere ale materiei prime scade puternic, de la 87 la 40,5%. În acelaşi timp, se poate urmări evoluţia distribuţiei claselor de hidrocarburi, care întregeşte chimismul hidrotratării.

Conţinutul hidrocarburilor parafinice creşte o dată cu scăderea vitezei volumare, ca o consecinţă a reacţiilor distructive de dezalchilare şi de deciclizare, distribuţia lor fiind mai pronunţată în fracţiunea sub 370°C. Conţinutul de naftene creşte, acestea distribuindu-se la viteze volumare mici în proporţie destul de ridicată în fracţiunea sub 370°C. Se observă, în special, creşterea naftenelor monociclice cu catenă, ca o consecinţă a ruperii ciclurilor condensate (aceasta reprezintă premisa creşterii mari de indici, conform scopului acestui procedeu). Creşterea concentraţiei de naftene este în continuare justificată prin scăderea aromaticelor, care se hidrogenează destul de mult în proces, ducînd la alchilnaftene cu unul sau cu două nuclee şi cu catene lungi.

Cele descrise, în general, se pot observa mai detaliat şi mai sugestiv în figurile 1, 2, şi 3.

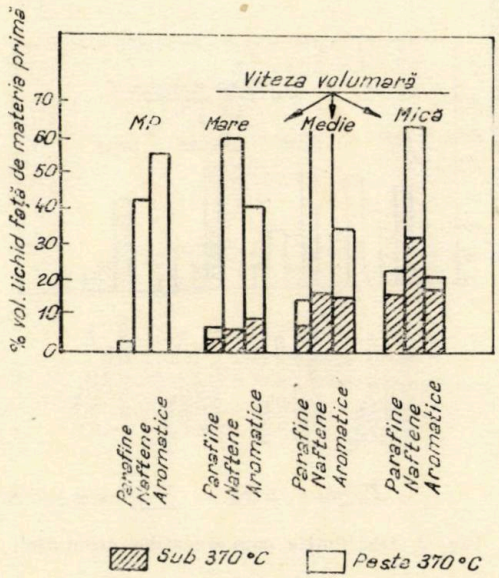


Fig. 1. Compoziţia hidrocarburilor în cazul hidrotratării la temperaturi mari.

1. 3. *Desulfurarea şi denitrificarea*

Modificările care au loc la desulfurarea şi la denitrificarea compuşilor cu sulf şi cu azot sînt asemănătoare cu cele care au loc la hidrofinare, însă viteza de reacţie este mult mai

TABELA 1

Compoziţiile tipurilor de hidrocarburi la hidrotratare la temperaturi înalte

Analiza produselor	Materia primă	Viteză volumară mare		Viteză volumară medie		Viteză volumară mică	
		distilat sub 370°C	peste 370°C	distilat sub 370°C	peste 370°C	distilat sub 370°C	peste 370°C
Limite de fierbere	peste 370°C	sub 370°C	peste 370°C	sub 370°C	peste 370°C	sub 370°C	peste 370°C
Randament faţă de materia primă, %gr.	100	18,8	87,2	40,8	67,2	66,0	40,5
Hidrocarburi, % vol.							
Parafine	3,4	3,0	3,7	8,2	5,0	16,0	5,9
Naftene	41,6	6,8	52,1	17,3	43,6	33,5	29,8
Monociclice	14,3	—	19,1	—	20,4	—	16,9
Cicluri condensate	27,3	—	33,0	—	23,2	—	12,9
Aromatice	55,0	9,0	31,4	15,3	18,6	16,5	4,8
Monociclice*	16,4	6,3	12,6	11,0	8,6	11,8	3,1
Benzen	6,6	2,3	5,7	4,4	3,5	5,1	1,2
Indan	6,7	2,3	3,5	3,9	2,7	4,0	1,1
Inden	3,1	1,7	3,4	2,7	2,4	2,7	0,8
Biciclice	7,5	2,1	6,2	3,3	3,8	3,5	1,1
Naftalenice	0,5	0,4	0,5	0,6	0,3	0,6	0,1
Acenaftene	2,6	1,1	2,1	1,8	1,2	2,4	0,3
Acenaftilene	4,4	0,6	3,6	0,9	2,3	0,5	0,7
Policiclice	12,8	0,6	8,2	1,0	4,5	1,2	0,7
Antracen	4,2	0,6	3,7	1,0	1,9	1,2	0,0
Piren	4,5	—	1,8	—	1,4	—	0,6
Crizen	4,1	—	2,7	—	1,2	—	0,1
Compuşi cu sulf	18,3	—	4,4	—	1,7	—	0,1
Benzotiofen	4,8	—	0,7	—	0,2	—	0,1
Dibenzotiofen	5,4	—	1,4	—	0,8	—	—
Tiobenzotiofen	8,1	—	2,3	—	0,7	—	—

* Inclusiv hidrocarburi condensate aferente.

ridicată, în concordanță cu severitatea parametrilor de hidrotratare. Astfel, în timp ce în condițiile hidrofinării pe materia primă descrisă (1,9% gr. compuși cu sulf) se obține un grad de desulfurare de maximum 94—95%, în condițiile hidrotratării, gradul de desulfurare pentru aceeași materie primă depășește 98% [12].

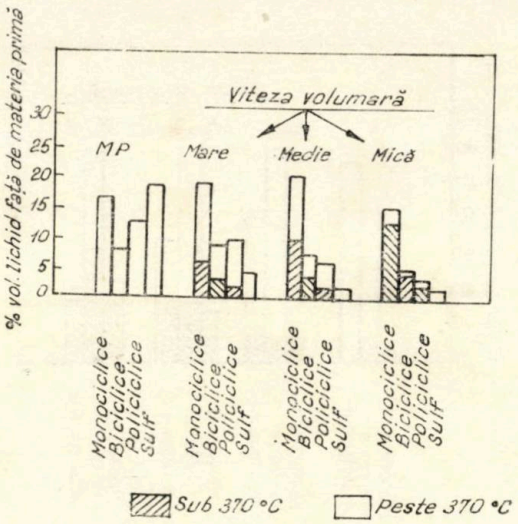


Fig. 2. Distribuția componenților aromatici.

În cazul denitrificării compușilor cu azot, a căror viteză de reacție este mai mică decît aceea de desulfurare, diferențele dintre hidrofinare și hidrotratare sînt mai nete [5, 15]. Astfel, pentru materia primă descrisă, conținînd aproximativ 0,26% gr. compuși cu azot, hidrofinarea realizează un grad de denitrificare de 70—72%, în timp ce prin hidrotratare se poate depăși 80%. În general, la transformarea compușilor cu azot apar și compuși de reacție intermediari cu azot (combinații aminice stabile), care nu se transformă pînă la amoniac și la

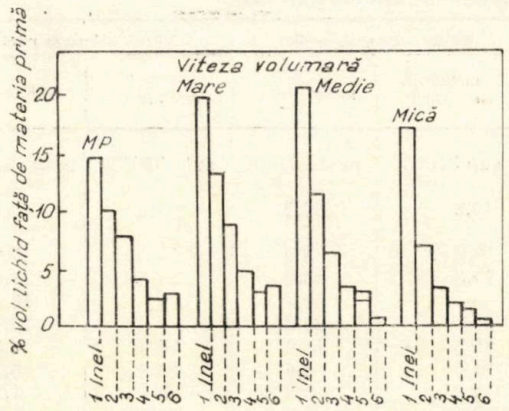


Fig. 3. Distribuția hidrocarburilor naftenice cu temperatura de fierbere peste 370°C.

hidrocarbură, și ca atare aplatizează curba de denitrificare. În hidrotratare, condițiile severe de lucru duc la distrugerea acestor combinații intermediare, decalînd mult curba de denitrificare față de hidrofinare, așa cum se vede în figura 4.

1. 4. *Modificări ale curbei de distilare*

În hidrofinare, modificarea curbei de distilare este de mai mică importanță, avînd loc, în special, o depresare a punctului inițial de fierbere, care crește o dată cu înăsprirea condițiilor de lucru. Îndepărtarea unui procent sau două din hidrofinat reface punctul inițial de fierbere, fără repercusiuni deosebite.

În hidrotratare, prin modificările distructive care au loc, curbele de distilare suferă modificări importante, randamentele produselor obținute variind în funcție de condițiile de lucru.

În figurile 5 și 6 [13], se dau curbele de distilare a produselor obținute la diferite viteze volumare, în produsul de hidro-

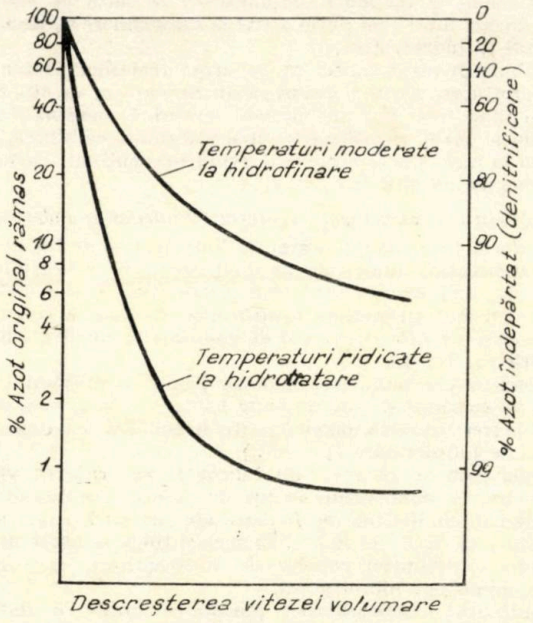


Fig. 4. Efectul condițiilor de hidrotratare asupra denitrificării.

finare, respectiv de hidrotratare, avînd de fiecare dată drept criteriu de comparație curba de distilare a materiei prime.

Se observă decalajul mare al curbelor obținute pornind de la aceeași materie primă la hidrotratare, față de hidrofinare

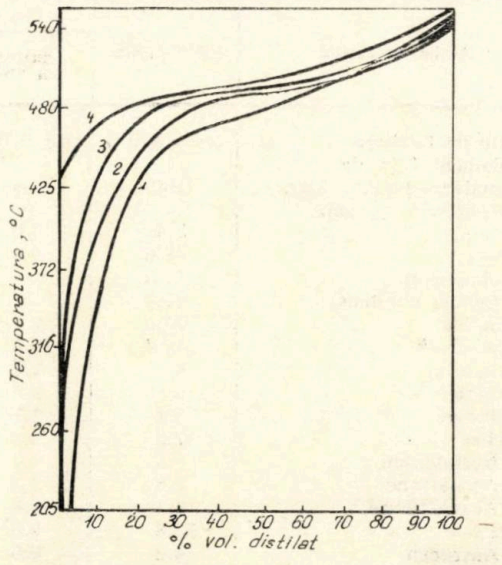


Fig. 5. Efectul hidrofinării la temperaturi moderate: *1*—viteză volumară mică; *2*—viteză volumară medie; *3*—viteză volumară mare; *4*—materie primă.

La hidrotratare, pe lîngă depresarea punctului inițial de fierbere, are loc și o diferențiere a curbelor față de curba materiei prime, care se accentuează o dată cu scăderea vitezei volumare și cu creșterea temperaturii.

2. Catalizatorii de hidrotratare

Spre deosebire de hidrofinare, unde catalizatorii au numai acțiune de desulfurare, de denitrificare, de deoxigenare și de hidrogenare a olefinelor, în hidrotratare, catalizatorul are o funcție dublă, provocînd, pe lîngă reacțiile arătate și reacții de scindare. Elementele active ale catalizatorilor de hidrotratare sînt: fierul, cobaltul, nichelul, precum și elementele din grupa a VI-a, molibdenul și wolframul. Metalele

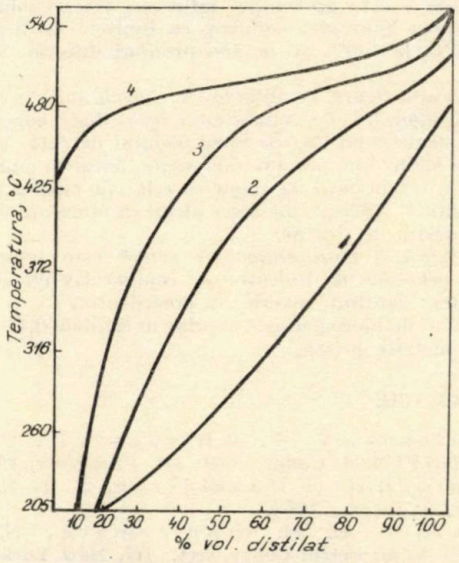


Fig. 6. Efectul hidrotratării la temperaturi ridicate:
1 — viteză volumară mică; *2* — viteză volumară medie; *3* — viteză volumară mare; *4* — materie primă.

hidrogenate sînt depuse pe suporturi cu caracter acid, acesta avînd efect cracant superior aluminei. Se utilizează, în special, suporturi de alumosilice sintetică sau de alumină impregnată cu acizi minerali.

Ordinea răspîndirii catalizatorilor de hidrotratare este Mo > W > Pt > Ni, iar conținutul de metal variază în limitele 3—25% [18].

Ca și în cazul catalizatorilor de hidrofinare, concentrația metalului de bază (Mo, W) este, de obicei, mai mare decît cea a metalului promotor. Astfel, nichelul este folosit drept promotor preferat în cazul wolframului, la raportul atomic considerat optim, de aproximativ 0,5—0,7 [6]. În unele brevete mai recente se recomandă rapoarte atomice Ni/W de 1/8 și chiar de 4,0 [9].

O activitate bună de hidrotratare a fost găsită la catalizatorul conținînd 3% NiS și 27% WS_2, depus pe argilă activată. Un alt catalizator utilizat frecvent în cercetările de hidrotratare, și propus industrial, este constituit din sulfură de nichel și de wolfram, raportul elementelor fiind de 1/4 Ni/W, pe suport silice—alumină.

Catalizatorii de tip nichel—wolfram au activitatea medie de desulfurare cea mai mare și provoacă cea mai mică depunere de cocs; deși ei au o activitate inițială mai mică, ea se menține timp îndelungat. Catalizatorul de wolfram nepromotat își pierde destul de repede activitatea.

Wolframul se poate promota și cu alte metale tranziționale, ca: molibden sau molibden combinat cu nichel, cobalt, fier. Răspîndirea catalizatorilor pe bază de wolfram se datorește faptului că ei își păstrează proprietățile hidrogenante, în condiții în care alți catalizatori sînt otrăviți. Wolframul nu are însă o activitate deosebită de hidrogenare a aromaticelor, astfel încît el trebuie promotat cu nichel, iar în cazul în care uleiul nu are un conținut prea ridicat de compuși cu sulf și cu azot, el poate fi înlocuit cu molibden sau cu catalizatori de cobalt—molibden.

Suportul cel mai mult utilizat în hidrotratare este acela de silice sau de silice—alumină, avînd posibilitatea de a promova cataliza ionică prin aciditatea pe care o conține. Foarte mulți dintre catalizatorii experimentați pentru hidrotratare au suportul format din 50% Al_2O_3 și 50% SiO_2.

Catalizatorii de hidrotratare trebuie sulfurați, avînd în vedere faptul că numai forma de sulfuri ale elementelor active este eficientă în cazul materiilor prime și a condițiilor de hidrotratare. Rezistența catalizatorilor de hidrotratare este mai mare în cazul materiilor prime neazotoase (indiferent dacă conțin compuși cu sulful în cantități mai mari) și mai mică în cazul materiilor prime care conțin azot bazic în cantități mari. Otrăvirea cu azot bazic afectează mai mult acțiunea de hidrocracare decît cea de hidrogenare, ceea ce se explică prin aceea că azotul bazic neutralizează centrii activi ai catalizatorilor.

3. Parametrii de reacție în hidrotratare

Principalii parametri ai procesului de hidrotratare (temperatură, presiune, viteză volumară, raport H_2/ulei) au același sens de influență ca și în hidrofinare, severitatea lor fiind, bineînțeles, mai mare, în concordanță cu scopul urmărit în hidrotratare. În unele lucrări din literatură privind hidrotratarea uleiurilor nafteno-aromatice [2, 4] se dau următoarele limite ale parametrilor corespunzători performanțelor optime: temperaturi de 370—430°C, presiuni de 100—210 at; viteze volumare de 0,5—2 h^{-1}, raportul H_2/ulei de 1 000 —1 500 Nm^3/m^3.

Asupra influenței acestor parametri în procesul specific de hidrotratare se fac următoarele considerații:

3. 1. O dată cu creșterea *temperaturii*, adîncimea de desulfurare și de denitrificare crește, paralel cu creșterea indicelui de viscozitate, ca o consecință a hidrogenării și a scindării ciclurilor la alchilnaftene. Peste temperaturi de 380°C, viscozitatea scade sensibil, paralel cu scăderea randamentului [7].

În figurile 7 și 8 se dau cîteva curbe reprezentînd influența temperaturii asupra procesului de hidrotratare concretizat prin viscozitate, prin indice de viscozitate, denitrificare și randament [1,17]. După cum se observă din figurile menționate, o dată cu creșterea temperaturii de la 375 la 425°C, indicele de viscozitate crește de la 70 pînă la peste 100, proporțional cu reducerea viscozității și a randamentului. La viteză volumară mică și la presiuni moderate (fig. 7), între 50 și 100 at, operarea la temperaturi de peste 400°C (pentru indici de peste 80—90), duce la depresări mari de viscozitate și de randament.

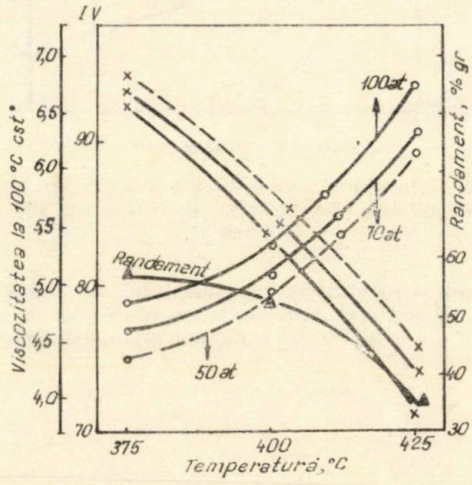


Fig. 7. Influența temperaturii asupra hidrotratării uleiurilor (ulei sulfuros, fracțiunea 360—500°C; viteza volumară = 0,5 h^{-1}): —100 at; —70 at; — —50 at.

Se observă că la 425°C, pentru un indice de viscozitate de peste 95, randamentul ajunge sub 40%. Pentru a se menține randamentul la valori acceptabile, concomitent cu creșteri sensibile ale indicelui, trebuie lucrat la presiuni mai ridicate (150—250 at). Curba de randamente din figura 7 este trasată

pentru presiunea de 50 at. Din figura 8 se observă că indicele de viscozitate creşte, în special, în domeniul de temperaturi de peste 380°C (în aceeaşi măsură ca şi denitrificarea), iar viscozitatea devine mai puternic depresată în acelaşi domeniu.

Curbele din figurile 7 şi 8 sînt trasate la experimentări în care s-a urmărit, în special, efectul temperaturii, astfel

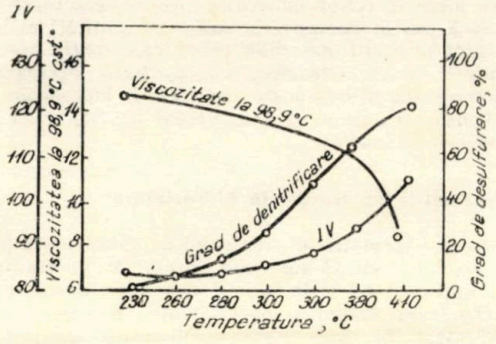


Fig. 8. Influenţa temperaturii asupra hidrotratării uleiurilor (ulei SAE_{40}; presiunea = 60 at, viteza volumară = 5 h^{-1}).

încît presiunile nu au fost ridicate la nivelul celor utilizate în hidrotratare.

3. 2. *Efectul presiunii.* Hidrotratarea se desfăşoară la presiuni mult mai ridicate decît hidrofinarea, avîndu-se în vedere necesitatea menţinerii la nivel acceptabil a depunerilor de cocs pe catalizator, necesitatea hidrogenării aromaticelor

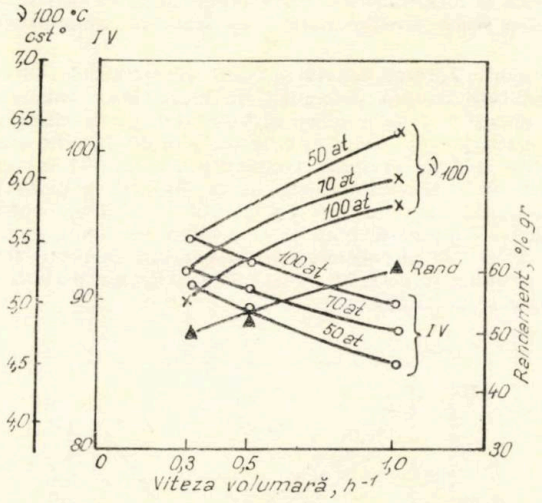


Fig. 9. Influenţa vitezei volumare asupra caracteristicilor unui ulei sulfuros (360—500 °C) hidrotratare la 400 °C şi 50, 70, 100 at.

condensate şi menţinerea randamentului la valori relativ ridicate. Majoritatea procedeelor experimentate la scară de laborator sau semiindustrială folosesc presiuni de 100—250 at.

Limita maximă a presiunii este dictată de consideraţii economice, deşi creşterea presiunii influenţează pozitiv hidrotratarea.

3. 3. *Viteza volumară* în hidrotratare este, în general, mai coborîtă decît la hidrofinare, avînd în vedere necesitatea hidrogenării distructive a uleiurilor, mai ales a celor nesolventate. Se lucrează cu viteze volumare cuprinse între 0,3 şi 1,5 h^{-1}, limitele fiind dependente de compoziţia materiei prime, de parametrii concurenţi, de catalizator şi de scopul urmărit.

În figura 9 este prezentată influenţa vitezei volumare la hidrotratarea unui ulei sulfuros, cu limitele de fierbere de 360—500°C, la 400°C şi la trei presiuni diferite (50, 70 şi 100 at).

Din această figură, se observă că vitezele mici favorizează creşterea indicelui de viscozitate, însă duc, concomitent, la randamente coborîte. În cazul uleiului de faţă, viteze de ordinul a 0,3 h^{-1} nu par a fi interesante, datorită unui randament prea scăzut faţă de creşterea relativă mică a indicelui de viscozitate. Aceasta, deoarece uleiul ca atare are un indice natural destul de ridicat.

3. 4. *Raportul hidrogen/materie primă* este sensibil mai mare în procesele de hidrotratare comparativ cu acelea de hidrofinare, datorită severităţii procedeului.

Consumul de hidrogen este cuprins în limitele 0,7—2% gr., faţă de materia primă.

BIBLIOGRAFIE

1. Agafonov, V. A. şi Rivacov, K. Proc. 6th World Petrol. Congr., sect. III, Frankfurt, 1963.
2. Beuther, H. şi Donaldsson, R. I. E. C., **3**, nr. 3, sept. 1964.
3. Beuther, R. M. şi Kortzmark, N. Proc. 5th World Petrol Congr, sect. III, New York, Paper nr. 11, 1959.
4. Beuther, H., Fliun Henke, Brev. S.U.A. nr. 3078238 din 1963.
5. Dollman, I. şi Venghер, I. Proc. 6th World Petrol Congr., Sect. III, Frankfurt, 1963.
6. Donath, E. E. Advances in Catalysis, **8**, 1956.
7. Dowes, Th. Erdöl—Erdgoş, Zeitschrift, nr. 1, 1966, p. 25.
8. Elliot, G. E., Brev. S. U. A. nr. 3033800 din 1962.
9. Elliot, Mc. Kinley Brev. S. U. A. nr. 3017368 din 1962.
10. Flinn, R. A., Larson, P. şi Benther, H. IEC, **52**, nr. 2, 1960.
11. Flinn, R. A. şi Larson, P. J. Appl. Chem. (London), **11**, 1961, p. 271.
12. Flinn, R. A., Larson, P. şi Beuther, H. ACS DivPetrol. Chem., Preprints 7(1).
13. Gilbert, J. B. şi Kartzmark, R. Proceedings API, sect., III, Ref. 1965.
14. Jones, W. şi colab. Oil and Gas J., aug. 1960, p. 58.
15. Nastasi, A., Zîrnă, I. şi Grigoriu, D. Petrol şi Gaze, nr. 10 1966.
16. Sebik, R., Matajcek, V. Symp. über Hydrocat. Proz, Leuna II, 28 oct., 1966.
17. Treil, R. şi Demeester, T. J. Bull. de l'Assoc. Franc. des Technic du Petrole, 1962, p. 157.
18. Welther, E., Ionescu, C. şi colab. Hidrofinare, Hidrocracare, Ed. tehnică, Bucureşti, 1967.

Potenţialul de hidrocarburi al benzinelor reziduale obţinute la piroliza propanului şi a amestecului etan—propan

V. Părăuşanu, D. Mihăiţă, T. Pavel, H. Florescu şi F. Pană

Procesul de descompunere termică a hidrocarburilor la temperaturi ridicate şi la presiuni joase constituie, în prezent, principalul mijloc de fabricare a etilenei, a propilenei, a butilenelor şi a altor olefine care stau la baza majorităţii proceselor petrochimice [1].

Volumul din ce în ce mai mare de olefine solicitat în ultimii ani, în special pentru sinteza polimerilor, a dus la creşterea capacităţilor şi a numărului de instalaţii de piroliză şi de asemenea, la folosirea unei game de materii prime foarte variate. Condiţiile tehnologice aplicate pentru a se obţine randamente ridicate în olefine, în general, sau numai a unei anumite olefine, precum şi diversitatea calitativă a materiilor prime folosite în procesele de piroliză, complică cinetica reacţiilor secundare şi nu permite determinarea principială a produşilor ce vor rezulta în aceste procese. Datorită mecanismului de descompunere termică a hidrocarburilor din care rezultă un număr mare de diferiţi radicali, se formează în afara produsului urmărit şi o serie mare de produşi secundari, care în condiţiile obişnuite de presiune şi de temperatură se prezintă sub formă gazoasă, lichidă sau solidă. În scopul micşorării presiunii parţiale a hidrocarburilor şi al împiedicării reacţiilor secundare, în special al acelora care duc la formarea unor compuşi grei, procesul de piroliză se realizează în prezenţa vaporilor de apă, a hidrogenului sau a azotului. Utilizarea aburului ca agent de diluţie conferă cea mai economică variantă.

Creşterea raportului abur/materie primă duce la creşterea conversiei în olefine, dar această creştere atinge la un moment dat o valoare care limitează eficacitatea economică a procesului.

Ponderea reacţiilor secundare se poate reduce şi prin mărirea vitezei de trecere a gazului prin zona de reacţie, dar acest lucru trebuie compensat printr-o încălzire mai puternică şi, deci, printr-o creştere a tensiunii termice pe cuptor [2]. Cu tot ansamblul de măsuri ce se recomandă pentru mărirea conversiei în olefine nu se pot elimina integral reacţiile secundare care duc la formarea unor produşi secundari, în special lichizi, denumiţi în mod curent benzină de piroliză sau fracţiuni C_{5+}. Ponderea reacţiilor secundare care duc la formarea produşilor lichizi şi solizi — fracţiunea C_{5+} şi cocs — creşte o dată cu creşterea numărului de atomi din hidrocarburile ce constituie materia primă, ajungîndu-se, în cazul pirolizei anumitor fracţiuni petroliere mai grele, ca benzină grea sau motorină, la o cantitate de produşi secundari ce reprezintă 50 — 60 % în greutate, faţă de materia primă.

Studiind influenţa raportului C/H din materia primă asupra produşilor de reacţie, în condiţii practic identice de lucru, H. Linden şi J. Peck [3] au găsit că unei creşteri a raportului C/H cu 7 — 11%, îi corespunde o creştere în produse secundare lichide de 30 — 300 %.

TABELA 1

Raportul procentual al produselor obţinute la piroliza diverselor materii prime în raport cu parametrii de reacţie şi de raportul C/H din materia primă

Caracteristici	Etan	Propan	Butan	Gazolină
Raportul C/H din materia primă	4	4,5	4,8	5,2
Gaz inert	—	—	—	—
Presiunea totală a gazului, at	0,994	0,996	1,12	0,994
Presiunea parţială, at	0,980	0,982	1,0	0,993
Temperatura de piroliză, °C	816	816	816	—
Timpul de reacţie, s	4,35	4,45	4,26	—
Produse gazoase, % greutate faţă de materia primă	92,8	80,2	73,4	63,2
Produse lichide, % greutate faţă de materia primă	6,7	19,0	25,0	36,3
Produse solide, % greutate	0,5	0,8	1,6	0,5

În procesul de piroliză a hidrocarburilor $C_2 — C_3$ în condiţii speciale de lucru, randamentul în fracţiunea lichidă poate atinge valori mai mari decît cele menţionate în tabela 1, şi anume chiar pînă la 25 % în greutate, faţă de materia primă [4].

Datele din literatura de specialitate referitoare la compoziţia benzinelor reziduale de piroliză se limitează numai la o prezentare globală, pe grupe mari de hidrocarburi, fără să individualizeze, excepţie făcînd numai aromaticele uşoare.

Şi după W. S. Swanson şi C. H. Watkins [5] compoziţia benzinei rezultate ca produs secundar la piroliza diferitelor frac-

ţiuni petroliere depinde de materia primă, iar în cazul propanului are compoziţia expusă în tabela 2.

TABELA 2

Compoziţia procentuală a benzinelor rezultate la piroliza propanului, exprimată în volume [5]

Constituenţi	Conţinut % în volume
C_5 (dialchene, alchene, alcani + cicloalcani)	21
C_6 (dialchene, alchene, alcani + cicloalcani)	7
Benzen	32
C_7 (dialchene, alchene, alcani + cicloalcani)	5
Toluen	8
C_8 (dialchene, alchene, alcani + cicloalcani)	3
Aromatice alchelate	3
Stiren	2
C_9 (dialchene, alchene, alcani + cicloalcani)	4
Aromatice grele	15

Se observă o pondere deosebită în compoziţia benzinelor de piroliză a hidrocarburilor aromatice şi a hidrocarburilor C_5.

Testul a fost executat direct pe o instalaţie de piroliză, care a lucrat o perioadă de timp, folosind ca materie primă propanul cu puritate 94,5%, după care s-a trecut pe alimentarea instalaţiei cu amestec etan-propan. Puritatea etanului şi a propanului din amestec a fost de 93,85 şi, respectiv, de 94,5%.

Ca urmare a modificării compoziţiei materiei prime supuse pirolizei, s-au modificat şi parametrii de reacţie, trecîndu-se de la 802°C, temperatura de piroliză a propanului, la 820°C, pentru amestecul etan-propan, şi de la timpul de reacţie mediu, de 2 s, la 1,6 s.

Analizele efectuate conform standardelor pentru produse petroliere [6] au pus în evidenţă unele deosebiri în ceea ce priveşte densitatea, cifra octanică şi tensiunea de vapori ce apar între fracţiunea lichidă C_{5+}, rezultată la piroliza propanului şi, respectiv, la piroliza amestecului de etan-propan.

TABELA 3

Caracteristicile benzinelor rezultate la piroliza propanului şi a amestecului de etan-propan

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	C_4+ de la piroliza propanului	C_4+ de la piroliza amestecului etan-propan.
1	Densitatea la 15°C	g/cm ^{3}	0,8315	0,8105
2	Aciditatea minerală	—	lipsă	lipsă
3	Aciditatea organică	mg KOH/100 ml	0,787	0,721
4	Coroziunea pe placă de Cu		negativă	negativă
5	Cifra de iod	g iod/100g	130	135
6	CO/M	—	95	90
7	Tensiunea de vapori la 37,8°C	mm col. Hg	480	540
8	Gume	mm/100 ml	395	550
9	Apă	%	0,02	0,018

Datele prezentate permit să se remarce faptul că în procesul de piroliză a hidrocarburilor rezultă cantităţi importante de produşi secundari lichizi, de compoziţii variabile, în funcţie de materia primă şi de condiţiile de lucru ale instalaţiei. Pentru o cunoaştere cît mai exactă a componenţilor şi a ponderii cu care participă fiecare component, în scopul unei valorificări superioare şi a unei generalizări, este necesară studierea sub aceste aspecte a fiecărei benzine obţinute în procesele de piroliză.

Date experimentale

În lucrarea de faţă, autorii şi-au propus să analizeze fracţiunea lichidă de hidrocarburi ce rezultă la piroliza propanului şi a unui amestec etan-propan, în raport de 1/3 în greutate, la temperaturi cuprinse între 800 şi 820°C şi la timpi de reacţie de 2 şi 1,6 s.

Curbele de distilare Engler pentru fracţiunea C_{5+}, ce rezultă la piroliza propanului, şi, respectiv, fracţiunea C_{5+}, de la piroliza amestecului etan-propan, se aseamănă în general ca formă, remarcîndu-se în special temperatura iniţială de distilare coborîtă, (27 — 30°C) şi volumul relativ mare de fracţiune *i*-50°C, dar prezintă şi unele deosebiri. Astfel, fracţiunea C_{5+}, rezultată la piroliza amestecului de etan-propan, este mai bogată în produşi uşori (*i*-80°C), în timp ce fracţiunea C_{5+}, rezultată la piroliza propanului, este mai bogată în produşi grei (80 — 150°C).

Prin analiza cromatografică a celor două benzine reziduale, care s-a efectuat cu ajutorul unui cromatograf Becker (cu dublu detector de ionizare cu flacără, prevăzut cu sistem de programare a temperaturii şi cu două coloane de eluţie paralele), s-au stabilit componenţii şi s-a calculat ponderea cu care participă fiecare dintre ei în produsul de analizat.

Separarea produşilor s-a realizat pe o coloană cu diametru de 3 mm şi cu o lungime de 4 m, folosind o umplutură de Carbowax 20-M, 10% impregnat pe Celit C_{22} — Carlo Erba, de granulaţie 0,21 — 0,25 mm.

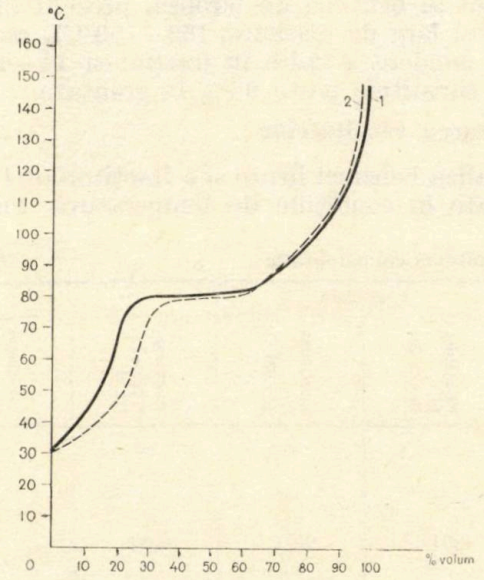


Fig. 1. Curbele de distilare Engler:
1 — benzină rezultată la piroliza propanului; *2* — benzină rezultată la piroliza amestecului etan—propan.

Drept gaz purtător s-a folosit azotul, la un debit de 45 ml/min, iar gazele auxiliare folosite au fost hidrogenul la un debit de 30 ml/min şi aerul, la un debit de 300 ml/min. Coloana a funcţionat în condiţii de temperatură programată cu o viteză de încălzire de 2°C/min, în intervalul 63—130°C.

În tabela 4 sînt date valorile procentuale pe grupe de hidrocarburi, determinate prin analiza cromatografică la cele două fracţiuni lichide C_{5+}, obţinute la piroliza propanului şi, respectiv, la piroliza amestecului etan-propan, în raport cu greutatea totală a fracţiunii lichide. Valorile obţinute sînt comparabile cu cele din literatura de specialitate, diferenţele datorîndu-se, probabil, condiţiilor diferite de piroliză. Remarcăm faptul că, în afară de ciclopentadienă, care se găseşte în cantităţi egale atît în benzina de la piroliza propanului, cît şi în benzina de la piroliza amestecului de etan-propan, în rest apar unele deosebiri între produşii celor două benzine. Componenţii mai uşori decît ciclopentadiena au o pondere mai mare în benzina de la piroliza amestecului de etan-propan, în timp ce componenţii mai grei ca ciclopentadiena au o pondere mai mică decît cei rezultaţi la piroliza propanului. Acest fapt explică diferenţa dintre cele două curbe de distilare Engler, precum şi diferenţele dintre tensiunile de vapori şi cifra octanică motor, menţionate în tabela 3.

Pentru o identificare mai riguroasă a componenţilor pe indivizi şi pentru a stabili posibilităţile de valorificare a potenţialului de hidrocarburi pe care îl conţine benzina rezultată ca produs în procesul de piroliză, s-a făcut separarea acestor benzine în şase fracţiuni distincte. Separarea s-a realizat pe o coloană de fracţionare din sticlă argintată, cu 15 talere teoretice şi cu o raţie de reflux de 5/1. Pentru a stabili corect temperatura iniţială de distilare, operaţie dificilă datorită conţinutului de compuşi C_4 în benzina de piroliză s-au adaptat coloanei două răcitoare suplimentare legate în serie.

TABELA 4

Compoziţia procentuală, pe grupe de hidrocarburi, la benzinele de piroliză, determinată cromatografic

Nr. crt.	Compoziţia fracţiunilor (a, b)*	Conţinutul % în greutate pentru (a)	Conţinutul % în greutate pentru (c)
1	Butan, butene, pentan	10	
2	Izopren	2,8	5,12
3	Piperilene	6	10,89
4	Ciclopentadienă	3,5	3,6
5	$C_6—C_7$	3,30	2,0
6	Benzen	31,5	29,0
7	C_9	—	0,08
8	Toluen	9,2	3,87
9	C_{10} + xileni	3	3,12
10	Diciclopentadienă	24,7	18,15
11	Compuşi graşi	6	3,29

* a. Fracţiune C_{+5} de la piroliza propanului;
b. Fracţiune C_{5+} de la piroliza amestecului etan-propan.

TABELA 5

Randamentul procentual în distilat, obţinut în raport cu intervalul de temperatură ales

Nr. crt.	Interval de distilare, °C	Randament în distilat	
		Fracţiune C_{5+} de la piroliza propanului, %	Fracţiunea C_{5+} de la piroliza amestecului etan-propan, %
I	*i*—50	15	22,5
II	50—79	8,5	10
III	79—82	35,0	29,4
IV	82—108	27	27
V	108—111	6	4,5
VI	111—150	4,5	3,5
blaz	—	4	3

Fracţiunile obţinute au fost colectate şi închise în fiole de sticlă, la temperatura de 0°C.

Analiza cromatografică a fracţiunilor menţionate în tabela 5 s-a efectuat în aceleaşi condiţii ca şi analiza produsului brut, folosindu-se două coloane, în funcţie de temperaturile de eluţie ale fracţiunilor. Pentru fracţiunile I, II, III s-a utilizat o coloană de 3 mm diametru şi de 4 m lungime, cu o umplutură de *bis*-2-metoxi-etiladipat 3% impregnat pe site moleculare cu dimensiunea de 5Å şi cu granulaţia de

60—80 mesh, iar pentru fracţiunile IV, V, VI s-a lucrat pe o coloană umplută cu Carbowax 20—M 10%, impregnat pe Celit, în condiţii similare analizei produsului brut.

Coloana pe care au fost analizate fracţiunile înguste I, II şi III a funcţionat în condiţii de temperatură programată, cu o viteză de încălzire de 10°C/min, în domeniul de temperatură 25—70°C; pînă la eluţia ciclopentadienei s-a lucrat în regim izoterm. Pe această coloană au fost eluaţi componenţii pînă la toluen. Ridicarea temperaturii peste 70°C nu a fost posibilă, datorită instabilităţii fazei staţionare la temperaturi superioare acestei valori.

Benzenul, datorită azeotropului pe care îl formează cu o serie de hidrocarburi, se găseşte în cantităţi importante atît în fracţiunea 50—79°C, cît şi în fracţiunea 79—82°C, lipsind apoi aproape complet în fracţiunea următoare.

Diciclopentadiena este un alt component important al benzinei de piroliză, prezent într-un interval larg de distilare, (82—150°C), cea mai mare pondere avînd-o în fracţiunea 11—150°C, unde constituie peste 95% în greutate.

Discutarea rezultatelor

Analiza benzinei brute şi a fracţiunilor I—IV, separate în condiţiile de temperatură menţio-

Compoziţia procentuală pe fracţiuni, determinată cromatografic — TABELA 6

Nr. cr.	Compuşi indentificaţi*	% greutate					
		Fracţiunea I *i* — 50°C	Fracţiunea II 50 — 79°C	Fracţiunea III 79 — 82°C	Fracţiunea IV 82 — 108°C	Fracţiunea V 108 — 111°C	Fracţiunea VI 111 — 150°C
1	izobutan	urme	—	—	—	—	—
2	*n*-butan	0,19	urme	—	—	—	—
3	1+izobutenă	0,92	0,005	—	—	—	—
4	*trans*-2-butenă	1,03	0,005	—	—	—	—
5	*cis*-2 butenă	1,58	0,010	0,0117	0,02	0,03	—
6	izopentan	4,78	0,030	—	—	—	—
7	3-metil-1-butenă	0,67	0,005	—	—	—	—
8	*n*-pentan	0,39	0,010	0,0023	—	—	—
9	1-pentenă	14,48	0,900	urme	—	—	—
10	2-metil-1-butenă+2,2-dimetil prop.	2,04	0,070	0,0007	—	—	—
11	*trans*-2-pentenă	3,52	0,230	0,0016	—	—	—
12	*cis*-2-pentenă + 2,3 dimetil propenă	6,29	0,440	0,0006	—	—	—
13	2-metil-2-butenă	1,64	0,180	0,0451	—	—	—
14	3-metil-pentan	0,48	0,200	0,0254	0,06	0,03	—
15	izopren	18,34	1,450	0,0965	—	—	—
16	ciclopentenă	13,04	4,580	—	—	—	—
17	H-acetilenice	1,03	—	0,0339	0,13	0,07	—
18	*trans*-1,3-propilenă	11,14	2,580	0,0503	0,12	0,06	—
19	*cis*-1,3-propilenă	7,05	2,410	1,8714	2,40	1,79	0,27
20	ciclopentadienă	8,59	2,930	6,5543	0,91	0,08	0,02
21	C_6—C_7	1,54	11,840	90,389	0,71	—	0,06
22	benzen	1,26	72,125	0,0087	0,67	—	0,10
23	C_9	—	—	0,9085	20,80	0,17	0,30
24	toluen	—	—	—	9,27	14,06	0,09
25	C_{10} + xileni	—	—	—	53,42	71,10	97,53
26	diciclopentadiena	—	—	—	11,49	12,61	1,63
27	compuşi grei	—	—				

* Ordinea componenţilor indicaţi în tabelă corespunde ordinei de eluţie.

Pentru ambele analize, gazul purtător a fost azotul, care în coloana cu *bis*-2-metoxietiladipat a avut un debit de 40 ml/min, iar în coloana de Carbowax, de 45 ml/min. Drept gaze auxiliare s-au folosit hidrogenul şi aerul, la debite de 30 ml/min, respectiv de 300 ml/min.

În tabela 6 este redată compoziţia procentuală a componenţilor, determinată cromatografic, pentru fiecare fracţiune în parte, în ordinea lor de eluţie. Se remarcă în special prezenţa unui bogat conţinut de hidrocarburi uşoare, nesaturate, ca *i*-pentena, izoprenul şi ciclopentena, şi a piperilenelor, în fracţiunea *i* — 50, care se regăsesc în cantităţi mici în celelalte fracţiuni.

nate în tabela 5, a dus la o cunoaştere mai completă a compoziţiei produşilor lichizi rezultaţi la piroliza hidrocarburilor cu număr mic de atomi de carbon. S-a stabilit în ce sens variază compoziţia produşilor secundari lichizi, cînd se trece de la piroliza propanului la piroliza amestecului de etan-propan şi s-a scos în evidenţă conţinutul bogat de izopren şi de piperilene din fracţiunea îngustă I, hidrocarburi aromatice în fracţiunile II şi III, precum şi compuşii grei (diciclopentadienă) în fracţiunile IV, V şi VI, compuşi care au o mare utilizare industrială.

Studiul s-a extins pe o perioadă de 36 de luni, în care timp s-au efectuat un număr de

zece serii de analize, ale căror valori medii au fost prezentate în tabelele 3—6, şi a relevat, pe de o parte, constanta compoziţiei benzinei de piroloză pentru o anumită materie primă, în condiţiile de proces date, iar, pe de altă parte, a arătat că, în cazul folosirii ca materie primă pentru piroliză a unui amestec de etan-propan, nu este afectată compoziţia calitativă a benzinei, ci are loc numai o modificare a distribuţiei componenţilor între aceleaşi limite. De asemenea, s-a pus în evidenţă faptul că, în condiţiile actuale de separare a produşilor rezultaţi în procesul de piroliză, fracţiunea lichidă, denumită fracţiunea C_{5+}, ce rezultă ca produs secundar, conţine şi hidrocarburi C_4, în cantităţi ce variază între 2—4% în greutate raportată la greutatea totală a fracţiunii lichide. Acest fapt a fost şi mai bine pus în evidenţă prin analiza cromatografică a fracţiunii I (i — 50°C), separată prin distilare din produsul brut.

Concluzii

Datorită compoziţiei complexe a acestor benzine şi, mai ales, datorită existenţei unor hidrocarburi nesaturate şi dublu nesaturate, ce pot forma polimeri şi depuneri de gume, nu se întrevedea o utilizare a produsului ca atare şi a fost necesară fracţionarea şi analiza produselor pe fracţiuni mai înguste.

Analizele efectuate pe fracţiuni înguste permit să se întrevadă unele căi de valorificare superioară a acestor benzine de piroliză, şi anume:

— fracţiunea cuprinsă în intervalul i — 50°C, ce conţine în special butadienă, pentene, izopren şi piperilene, poate fi valorificată prin separarea izoprenului şi a piperilenelor, care sînt utilizate la fabricarea unor polimeri;

— fracţiunea cuprinsă în intervalul 50—82°C, care conţine peste 80% benzen, poate fi valorificată sub forma unui concentrat aromatic în procesele de fabricare a detergenţilor, unde nu este necesară folosirea ca materie primă a unor indivizi chimic puri;

— fracţiunea grea, ce se obţine peste 82°C, conţine compuşi ciclici nesaturaţi, care pot fi valorificaţi în special prin separarea diciclopentadienei.

BIBLIOGRAFIE

1. Lukianov, P. I. şi Basistov, A. G. Piroliza materiilor prime petroliere — Bucureşti, 1964.
2. Asinger, F. Chemie und Technolgie der Monoolefine 1967, p. 91—163.
3. Linden, H. şi Peck, I. În: Ind. Chem, **47** nr. 12, 1953, p. 2 470.
4. Kinney, R. E. şi Growly, G. I. În: Ind. Eng. Chem., **46**, nr. 1954, p. 258.
5. Swanson, W. M. şi Watkins, C. H. În: Chem. Eng. Progr. **54**, nr. 12,1958, p. 56.
6. * * * Produse petroliere, metode de analiză 1965, STAS 35—58, STAS 22—64, STAS 23—50, STAS 40—61, STAS 315—60, STAS 26—57, STAS 121—60 (metoda Reid), STAS 49—49, STAS 7041—64.

Necrolog

Inginerul GHEORGHE VINES

La 14 iunie 1970 a încetat din viaţă inginerul GHEORGHE VINES.

Născut în anul 1898, în oraşul Săcele, după absolvirea liceului şi efectuarea serviciului militar în timpul primului război mondial, urmează între anii 1920 şi 1924 cursurile Şcolii politehnice din Bucureşti, secţia Mine, obţinînd la 25 februarie 1925 diploma de inginer minier.

Din anul 1925 îşi începe activitatea în domeniul exploatărilor petroliere, lucrînd în schelele Moreni, Viforîta şi Gura Ocniţii, unde ocupă funcţiile de inginer, şef de exploatare şi şef de schelă. Începînd din anul 1935 ocupă funcţia de inspector, şi apoi director tehnic la fosta societate Creditul Minier.

Afirmarea ţării noastre ca exportatoare de utilaj petrolier îl găseşte pe inginerul GHEORGHE VINES începînd din anul 1959 în rîndul lucrătorilor de comerţ exterior la întreprinderea „INDUSTRIALEXPORT", avînd funcţie de consilier tehnic, unde întreaga sa experienţă, cunoştinţele sale temeinice, precum şi inteligenţa sa sînt puse în slujba unei rodnice şi devotate activităţi.

Toţi cei care au lucrat împreună cu inginerul VINES GHEORGHE s-au bucurat din plin de sprijinul său, împărtăşindu-le cu toată dragostea şi fără rezerve cunoştinţele şi experienţa sa bogată. În iunie 1960, după o lungă şi fructuoasă activitate, părăseşte întreprinderea „INDUSTRIALEXPORT", ieşind la pensie, dar temperamentul său neobosit nu l-a putut lăsa departe de activitatea pe care a desfăşurat-o şi a solicitat să fie primit pentru a munci în continuare în cadrul întreprinderii de comerţ exterior „INDUSTRIALEXPORT", unde a activat pînă în anul 1967.

Prietenii şi colegii îi vor păstra o neştearsă amintire omului inteligent, modest şi liniştit, care a fost inginerul GHEORGHE VINES.

Contribuţii la studiul şi determinarea energiilor de activare a autoaprinderii hidrocarburilor parafinice liniare

Gh. I. Bărbatu

După cum se ştie, studiul şi cercetarea autoaprinderii hidrocarburilor pure şi a altor substanţe organice a constituit pe parcursul a şapte decenii ţinta unor preocupări minuţioase, a căror continuare în prezent se explică atît prin complexitatea teoretică a fenomenului, cît şi prin aplicaţiile practice legate de utilizarea combustibililor la motoarele cu ardere internă, la motoarele cu aprindere prin compresie şi la motoarele cu reacţie. Rezultatele acestor cercetări au fost sintetizate uneori în valoroase monografii [1—5].

O parte dintre aceste cercetări anterioare s-au referit şi la energia de activare a autoaprinderii hidrocarburilor, în speţă a hidrocarburilor parafinice liniare aflate în compoziţia benzinelor.

În anul 1954, M.G. Zabetakis şi colaboratorii săi au determinat temperatura de autoaprindere la o serie de hidrocarburi folosind aparatul ASTM D—286—30 T, cu o oarecare modificare. Pe baza interpretării statistice a ecuaţiei lui Arrhenius la prelucrarea datelor experimentale, autorii au determinat energiile de activare a *n*-heptanului şi *n*-decanului, folosind relaţia :

$$\lg \tau = \text{constantă} + \frac{E}{RT}. \qquad (1)$$

În regiunea temperaturilor înalte şi joase, energiile de activare au prezentat valorile redate în tabela 1.

TABELA 1

Energia de activare a autoaprinderii hidrocarburilor la presiunea de 1 at

Hidrocarbura	Domeniul de temperaturi, °C	Energia de activare, kcal/mol
n-heptan	222 — 233	31
n-heptan	233 — 333	18
n-decan	209 — 223	47
n-heptan	223 — 251	34

Deşi relaţia (1) este folosită de regulă şi de alţi autori pentru determinarea energiei de activare, trebuie menţionat faptul că aplicarea ei în acest scop nu este riguroasă. Calculul energiei de activare în acest fel nu ţine seama de timpul necesar pentru vaporizarea combustibilului, fiind considerat probabil neglijabil pentru temperaturile situate ca mărime în apropierea temperaturilor minime de autoaprindere, care implică întîrzieri mari (valorile 31 kcal/mol, pentru *n*-heptan, şi 47 kcal/mol, pentru *n*-decan, în exemplul luat).

În anul 1955, N. W. Luft sugerează, de asemenea, ideea ca energia de activare a flăcărilor cu viteză mică să fie evaluată din variaţia lgv (viteza normală de ardere) cu $1/T$ [7].

În anul 1956, O'Neal Jr. a determinat autoaprinderea unor combustibili prin injectarea unui curent puternic de lichid de cercetat într-un vas introdus într-o bombă. Lucrînd la presiuni care au variat între 1 şi 9 at şi la temperaturi de 190—250°C, autorul a stabilit că energia de activare pentru autoaprindere a *n*-heptanului este egală cu 21 kcal/mol [8].

Obukova şi colaboratorii au stabilit, în 1961, valoarea de 28 kcal/mol pentru energia de activare a autoaprinderii *n*-decanului [9].

A. Van Tiggelen şi colaboratorii săi, în lucrarea referitoare la oxidările şi la autoaprinderile în fază gazoasă, elaborată în anul 1966, arată că sînt mai multe metode de determinare a energiei de activare a autoaprinderii combustibililor. Energiile de activare obţinute prin diferite metode de interpretare şi de prelucrare a rezultatelor experimentale prezintă o mare dispersiune, în funcţie de temperatură. În lucrarea lor, autorii se referă pentru determinarea energiei de activare a autoaprinderii hidrocarburilor la ecuaţia [10] :

$$\lg \tau = \lg A + n \lg P + 0{,}434\, E/RT \qquad (2)$$

în care :

- τ este timpul de întîrziere la autoaprindere;
- A — factorul preexponenţial;
- n — ordinul de reacţie;
- P — presiunea, at;
- E — energia de activare, cal/mol;
- R — constanta gazelor, cal/mol;
- T — temperatura determinării, grade absolute.

Pentru E şi A sînt prezentate valorile redate în tabela 2.

În anul 1940, A. S. Sokolik preocupîndu-se de prelucrarea datelor referitoare la autoaprinderea hidrocarburilor la temperaturi joase a descoperit o relaţie între energia de activare a autoaprinderii combustibililor şi cifra lor octanică, conform celor ce urmează [11] :

$$CO = 180 - 5\,E. \qquad (3)$$

TABELA 2

Energia de activare şi factorul preexponenţial pentru unele hidrocarburi, determinate conform relaţiei (2)

Amestecuri stoichiometrice	lg A	E, cal/mol
n-heptan — aer	— 11,392	22 000
n-heptan — aer	— 9,440	23 500
n-pentan — aer	— 7,920	17 140
n-butan — aer	— 0,877	6 160

Din datele expuse se poate observa că există discrepanţe apreciabile între valorile energiilor de activare ale autoaprinderii hidrocarburilor determinate de diverşi autori ca un reflex al utilizării unei mari diversităţi de metode şi de aparaturi pentru determinarea temperaturilor de autoaprindere şi a perioadelor de inducţie ale acestora.

Scopul lucrării de faţă este acela de a determina energiile de activare ale autoaprinderii hidrocarburilor parafinice liniare C_5—C_{10}, pe baza temperaturilor de autoaprindere şi a perioadelor de inducţie obţinute, conform unei metode relativ recent standardizate în S.U.A. — ASTM D —2155-63 *T*. De asemenea, lucrarea urmăreşte corelarea energiilor de activare astfel determinate cu numărul de atomi de carbon din moleculă şi cu cifra octanică a hidrocarburii pure respective. Rezultatele experimentale sînt expuse în tabela 3 [12]

TABELA 3

Temperatura de autoaprindere şi perioadele de inducţie ale autoaprinderii hidrocarburilor parafinice liniare C_5 — C_{10}

Nr. crt.	Hidrocarbura	T aut. °C	τ, s	Puritate, %	Firma, ţara producătoare
1	*n*-pentan	293	6	99	Buchs, Elveţia
2	*n*-hexan	251	30.8/10	99	UCB, Belgia
3	*n*-heptan	232	90	99	Rieden de Haen, Hanovra
4	*n*-octan	218	150	99,1	FLUKA A. G., Elveţia
5	*n*-nonan	206	68.5/10	99,1	FLUKA A. G. Elveţia
6	*n*-decan	211	71	99	Buchs, Elveţia

Pentru determinarea energiilor de activare a autoaprinderii hidrocarburilor parafinice liniare s-a utilizat relaţia (2) care, în cazul presiunii atmosferice, devine :

$$\lg \tau = \lg A + \frac{0{,}21842}{T} E. \qquad (4)$$

Considerînd E şi A constante pe un anumit interval de temperaturi, s-a dedus energia de activare pe baza prelucrării statistice a datelor experimentale cu ajutorul metodei celor mai mici pătrate, astfel [13, 14] :

$$\begin{cases} \lg A + \dfrac{0{,}21842\, E}{T} - \lg \tau = \varepsilon, \\ \left(\lg A + 0{,}21842 \dfrac{E}{T} - \lg \tau\right)^2 = \varepsilon^2, \end{cases} \qquad (5)$$

în care τ este eroarea ce trebuie minimizată şi de aceea se vor anula în continuare diferenţialele relaţiei (5), în raport cu A şi cu E :

$$\frac{\partial F}{\partial A} = 2\left(\lg A + 0{,}21842 \frac{E}{T} - \lg \tau\right) = 0;$$

$$\frac{\partial F}{\partial E} = 2\left(\lg A + 0{,}21842 \frac{E}{T} - \lg \tau\right) \frac{0{,}21842}{T} = 0,$$

de unde, în situaţia prelucrării datelor experimentale pentru n determinări, se obţine sistemul (6), a cărui rezolvare duce la aflarea energiei de activare a autoaprinderii şi a factorului preexponenţial A.

Pentru a exemplifica în cazul *n*-pentanului, s-a aplicat relaţia (6), după ce s-a observat că datele experimentale expuse în tabela 4, reprezentate grafic într-un sistem de coordonate lg τ — 1/T, duc la obţinerea unor puncte care se situează pe o linie dreaptă (fig. 1). Relaţia (6) are forma :

$$\begin{cases} n \lg A + E \sum_{i=1}^{i=n} \dfrac{0{,}21842}{T} = \lg \tau \\ \lg A \sum_{i=1}^{i=n} \dfrac{0{,}12842}{T} + \\ + E \sum_{i=1}^{i=n} \left(\dfrac{0{,}21842}{T}\right)^2 = \sum_{i=1}^{i=n} \dfrac{0{,}21842 \lg \tau}{T} \end{cases} \qquad (6)$$

TABELA 4

Date pentru trasarea graficului lgτ — 1/T, pentru *n*-pentan

Nr. crt.	τ s	lg, τ	t, °C	T	1/T
1	2	0,30103	350	623	1,605
2	2.6/10	0,41497	335	608	1,644
3	3	0,47712	327	600	1,666
4	3.2/10	0,50515	325	598	1,672
5	5.2/10	0,71600	300	573	1,745
6	5.7/10	0,75870	295	568	1,760
7	6	0,77815	293	566	1,767

În tabela 5 sînt reproduse datele experimentale şi de calcul ale energiei de activare a autoaprinderii *n*-pentanului.

Rezolvînd acest sistem de două ecuaţii cu două necunoscute, se obţine următoarea soluţie :

$$E = 12\,162 \text{ cal/mol şi } \lg A = -4{,}483.$$

În mod analog, s-au calculat energiile de activare a autoaprinderii şi în cazul celorlalte

hidrocarburi parafinice componente ale benzinelor. Datele obținute sînt expuse comparativ cu valorile indicate în literatura tehnică de

rile acestora variază cu numărul de atomi de carbon după o curbă care are o alură aproximativ liniară. Extrapolînd această curbă pen-

TABELA 5

Date experimentale și de calcul statistic a energiei de activare a autoaprinderii *n*-pentanului

Nr. crt.	T	$1/T.10^3$	τ, s	lg τ	$\frac{0,21842}{T}$	$\left(\frac{0,21842}{T}\right)^2$	$\frac{0,21842}{T}$
1	623	1,605	2	0,30103	0,35059	0,12291	0,10554
2	608	1,644	2.6/10	0,41497	0,35924	0,12905	0,14907
3	600	1,666	3	0,47712	0,35403	0,12534	0,16891
4	598	1,672	3.2/10	0,50515	0,36525	0,13341	0,18451
5	573	1,745	5.2/10	0,71600	0,38119	0,14531	0,27293
6	568	1,760	5.7/10	0,75870	0,38454	0,14787	0,29173
7	566	1,767	6	0,77815	0,38590	0,14892	0,30029
				3,95112	2,58074	0,95281	1,47300

$$\begin{cases} 7 \lg A + 2,58074 \cdot 10^{-3} E = 3,95112 \\ 2,58074 \lg A + 0,95281 \cdot 10^{-6} E = 1,47300 \end{cases}$$

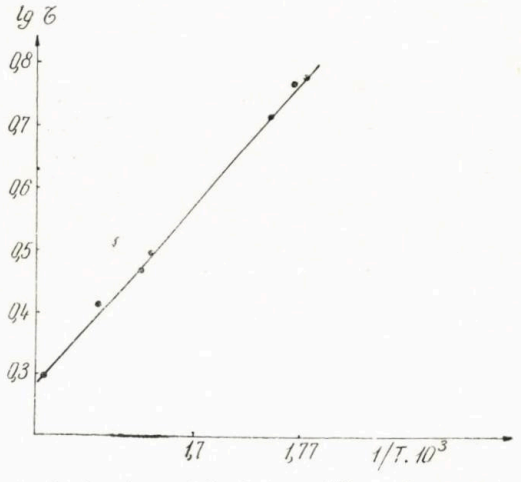


Fig. 1. Curba de variație lg τ — 1/T pentru autoaprinderea pentanului.

tru patru atomi de carbon în moleculă, se deduce grafic energia de activare a autoaprinderii *n*-butanului, egală cu 6 kcal/mol. Aceasta concordă bine cu aceea indicată în literatura pentru *n*-butan (fig. 2) [6].

O altă constatare interesantă s-a făcut prin reprezentarea în același grafic a variației factorului preexponențial A (a logaritmului acestuia), în funcție de numărul de atomi de carbon din molecula hidrocarburilor parafinice liniare C_5—C_{10}, punctele respective situîndu-se pe o linie dreaptă [6]. Extrapolînd dreapta care reprezintă variația lg $A = f$(nr. de atomi de carbon) pentru hidrocarburile *n*-parafinice C_5—C_{10}, pentru patru atomi de carbon, se obține valoarea termenului A — pe cale grafică — pentru hidrocarbura pură *n*-butan, egală cu — 0,8 Această valoare concordă bine cu cea indicată

TABELA 6

Energiile de activare a autoaprinderii hidrocarburilor parafinice liniare

Nr. crt.	Hidrocarbura	Date conform prezentei lucrări		Date din literatură		Bibliografie
		E, cal/mol	lg A	E, cal/mol	lg A	
1	*n*-pentan	12 162	—3,919	17 140	— 7,92	[10]
2	*n*-hexan	22 300	—7,956	—	—	—
3	*n*-heptan	30 092	—11,053	22 000	—11,392	[10]
				23 500	— 9,440	[10]
				31 000	—	[6]
4	*n*-octan	36 549	—13,938	—	—	—
5	*n*-nonan	43 020	—17,488	—	—	—
6	*n*-decan	47 818	—19,731	47 000	—	[6]

specialitate, citate la începutul lucrării, în tabela 6.

Reprezentînd grafic energiile de activare a autoaprinderii normale, a parafinelor C_5—C_{10}, se poate face constatarea interesantă că valo-

de literatură, și anume: lg $A = -0,877$ [6].

Rezultă că ecuația care dă lg A, în funcție de numărul de atomi de carbon din moleculă, este de forma:

$$y = ax + b. \qquad (7)$$

Pentru determinarea coeficienților a și b se folosește metoda celor mai mici pătrate și, în cele din urmă, se ajunge la sistemul:

$$\begin{cases} nb + a \sum_{e=1}^{i=n} x_i = \sum y_i \\ b \sum_{i=1}^{i=n} x_i + a \sum_{i=1}^{i=n} (x_i)^2 = \sum_{i=1}^{i=n} x_i y_i. \end{cases} \quad (8)$$

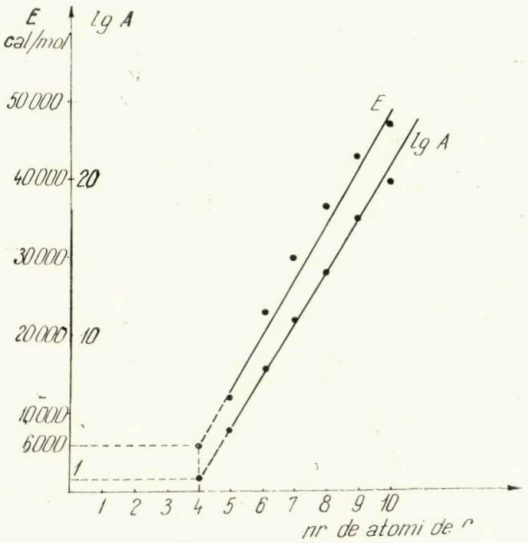


Fig. 2. Variația energiei de activare a autoaprinderii hidrocarburilor n-parafinice, respectiv a logaritmului factorului preexponențial A în funcție de numărul de atomi de carbon din moleculă.

Aplicînd relația (8) pentru cazul concret al variației lg A în funcție de numărul de atomi de carbon din molecula hidrocarburilor parafinice liniare C_5—C_{10}, se obțin datele de calcul prezentate în tabela 7.

$$\begin{cases} 7\ b + 49\ a = -\ 74{,}885 \\ 49\ b + 371\ a = 615{,}529 \end{cases}$$

Rezolvînd acest sistem, se obțin:

$$a = -\ 3{,}2618\,;\ b = 12{,}1347.$$

Relația care permite calculul lui lg A în funcție de numărul atomilor de carbon din moleculă, pentru hidrocarburile parafinice liniare C_4—C_{10}, va fi:

$$y = -\ 3{,}2618\ x + 12{,}1347\,; \quad (9)$$

unde:

y = lg A — logaritmul factorului preexponențial din relația lui Arrhenius;

x — numărul de atomi de carbon din molecula hidrocarburii parafinice liniare.

Interpretînd datele experimentale sub aspect tehnologic s-a trecut la verificarea relației lui Sokolik, pentru determinarea cifrei octanice în funcție de energia de activare a autoaprinderii (3). Rezultatele obținute sînt expuse comparativ în tabela 8.

Se observă că în cazul hidrocarburilor parafinice liniare relația lui Sokolik, de determinare a cifrei octanice în funcție de energia de activare a autoaprinderii, dă discrepanțe foarte mari. Reprezentînd grafic variația cifrei octanice COF_2 a hidrocarburilor n-parafinice conținute în benzină, în funcție de energia de activare dedusă conform lucrării de față, s-a constatat că punctele respective s-au situat pe o linie dreaptă, cu mici devieri (fig. 3). Datele

TABELA 7

Date de calcul pentru deducerea relației lg $A = f$ (numărul atomilor de C)

Nr. crt.	Hidrocarbura	y_i lg A	x nr. atomi-lor de C	x^2	xy	lg A calcul	Diferențe
1	butan	— 0,800	4	16	— 3,200	—0,9125	—0,1125
2	pentan	— 3,919	5	25	—19,595	—4,1743	—0,2553
3	hexan	— 7,956	6	36	—47,736	—7,4361	+0,5199
4	heptan	—11,053	7	49	—77,371	—10,6979	+0,3551
5	octan	—13,939	8	64	—111,504	—13,9597	—0,0217
6	nonan	—17,488	9	81	—157,392	—17,2215	+0,2665
7	decan	—19,731	10	100	—197,731	—19,4833	+0,2477
		—74,885	49	371	—615,529		

TABELA 8

Comparație între COF_1 și COF_2 și cifra octanică, a hidrocarburilor pure, calculată cu relația (3)

Nr. crt.	Hidrocarbura	COF_1	COF_2	CO = f(E) Sokolik	Diferențe	
					COF_1	COF_2
1	n-pentan	61,7	61,9	119,2	+57,5	+57,2
2	n-hexan	24,8	26,0	68,5	+43,7	+42,5
3	n-heptan	0	0	29,54	+29,54	+29,54
4	n-octan	—	—17,0	— 2,0	—	+15,00
5	n-nonan	—	—45,0	—35,10	—	+ 9,90
6	n-decan	—	—53,0	—59,10	—	+ 6,10

necesare trasării graficului sînt redate în tabela 9.

TABELA 9

Date pentru reprezentarea grafică a variației COF_2, în funcție de E, pentru hidrocarburile parafinice liniare

Nr. crt.	Hidrocarbura	COF_2	E, col/mol
1	*n*-pentan	61,9	12 162
2	*n*-hexan	26,0	22 300
3	*n*-heptan	0	30 092
4	*n*-octan	−17,0	36 549
5	*n*-nonan	−45,0	43 020
6	*n*-decan	−53,0	47 818

Această alură liniară a curbei $CO = f(E)$ a permis deducerea unei relații, cu ajutorul metodei celor mai mici pătrate, de tipul:

$$y = ax + b$$

care, în cazul de față, devine:

$$COF_2 = aE + b.$$

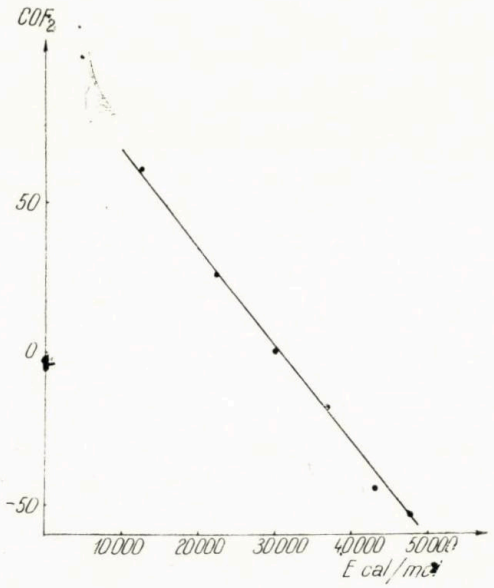


Fig. 3. Variația cifrei octanice, metoda Motor, a hidrocarburilor parafinice liniare conținute în benzine, în funcție de energia de activare a autoaprinderii.

În cele din urmă se ajunge la sistemul:

$$\begin{cases} 6a + b\sum_{i=1}^{i=6} E_i = \sum_{i=1}^{i=6} CO_i \\ a\sum_{i=1}^{i=6} + b\sum_{i=1}^{i=6} (E_i)^2 = \sum_{i=1}^{i=6} E_i\, CO_i \end{cases} \qquad (10)$$

Datele experimentale și de calcul sînt prezentate în tabela 10.

$$\begin{cases} 6a + 191{,}941 \cdot 10^3 b = -27{,}1 \\ 191.941 \cdot 10^3 a + 7 \cdot 012{,}842 \cdot 10^6\, b = -3 \cdot 758{,}9 \cdot 10^3. \end{cases}$$

Rezolvînd acest sistem, se obțin:

$$a = 100{,}41\,;\ b = -0{,}00328.$$

TABELA 10

Date experimentale și de calcul statistic pentru aplicarea relației (10)

Nr. crt.	Hidrocarbura	COF_2	E_i	E_i^2	$E_i \cdot COF_2$
1	*n*-pentanul	61,9 [16]	$12{,}162.10^3$	$147{,}914.10^6$	$752{,}8.10^3$
2	*n*-hexanul	26,0 [17]	$22{,}300.10^3$	$497{,}290.10^6$	$579{,}8.10^3$
3	*n*-heptanul	0 [16,17]	$30{,}092.10^3$	$905{,}528.10^6$	0
4	*n*-octanul	−17,0 [18]	$36{,}549.10^3$	$1\,334{,}829.10^6$	$-621{,}3.10^3$
5	*n*-nonanul	−45,0 [18]	$43{,}020.10^3$	$1\,850{,}720.10^6$	$-1935{,}9.10^3$
6	*n*-decanul	−53,0 [18]	$47{,}818.10^3$	$2\,276{,}561.10^6$	$-2534{,}3.10^3$
Total		−27,1	$191{,}941.10^3$	$7012{,}842.10^6$	$-3758{,}9.10^3$

Relația care exprimă dependența COF_2 a hidrocarburilor parafinice liniare C_5—C_{10} de energia de activare a autoaprinderii lor va fi:

$$y = 100{,}41 - 0{,}00328\, E, \qquad (11)$$

în care $y = COF_2$.

În tabela 11 sînt prezentate diferențele dintre COF_2 calculate cu relația (11) și datele din literatura de specialitate.

TABELA 11

Comparație între COF_2 calculată cu relația (11) și datele din literatura de specialitate, pentru hidrocarburile parafinice liniare

Nr. crt.	Hidrocarbura	COF_2 calculată	COF_2 din literatură	Diferențe
1	*n*-pentan	60,52	61,9	−1,38
2	*n*-hexan	27,27	26,0	+1,27
3	*n*-heptan	1,71	0,0	+1,71
4	*n*-octan	−18,47	−17,0	−1,47
5	*n*-nonan	−40,70	−43,0	+4,30
6	*n*-decan	−56,43	−53,0	−3,43

CONCLUZII

În prezenta lucrare s-au determinat temperaturile de autoaprindere a hidrocarburilor parafinice liniare, folosind metoda ASTM—D —2165—63 T. Prin prelucrarea statistică a acestor date cu ajutorul metodei celor mai mici pătrate, s-au determinat energiile de activare

a autoaprinderii hidrocarburilor pure respective.

Reprezentînd grafic energiile de activare a autoaprinderii hidrocarburilor parafinice liniare C_5-C_{10}, s-a constatat că valorile lor variază cu numărul de atomi de carbon din moleculă, după o curbă aproximativ liniară. Extrapolînd această curbă pentru patru atomi de carbon, s-a dedus energia de activare a *n*-butanului egală cu 6 kcal/mol, ceea ce concordă bine cu datele din literatură (6,2 kcal/mol).

Constatîndu-se o liniaritate a variației logaritmului factorului exponențial A, în funcție de numărul de atomi de carbon din molecula hidrocarburilor parafinice liniare C_5-C_{10}, s-a determinat grafic pentru butan $\lg A = -0{,}800$, ceea ce concordă cu datele din literatură ($\lg A = -0{,}877$).

Liniaritatea variației $\lg A$ în funcție de numărul de atomi de carbon pentru *n*-parafine a permis elaborarea următoarei relații, cu care se poate determina $\lg A$, în funcție de numărul de atomi de carbon: $\lg A = -3{,}2618\,N + 12{,}1347$, în care N reprezintă numărul de atomi de carbon din moleculă.

Interpretînd datele experimentale sub aspect tehnologic, s-a stabilit că relația lui Sokolik (3) prezintă discrepanțe mari pentru hidrocarburile parafinice liniare.

Constatîndu-se liniaritatea variației cifrei octanice (COF_2) a hidrocarburilor parafinice conținute în benzine, în funcție de energia de activare a autoaprinderii lor, prin prelucrarea statistică a datelor experimentale, s-a elaborat relația:

$$COF_2 = 100{,}41 - 0{,}00328\,E.$$

Aplicarea acestei relații duce la discrepanțe mult mai mici decît în cazul folosirii relației lui Sokolik.

BIBLIOGRAFIE

1. Semenov, N. N. Chemical kinetics and chain reactions Clarendon Press, Oxford, 1935.
2. Semenov, N. N. O nekotorîh problema himiceskoi kinetiki i reactionnoi sposobnosti. Izd. Akad. Nauk, Moscova, 1958.
3. Sokolik, A. S. Samovosplamenenie plamea i detonația f gazah. Izd. Akad. Nauk, Moscova, 1960.
4. Jost, W. Explosion and Combustion Processes in Gases Mac Graw—Hill, New York, 1946.
5. Tiggelen, A. Van și colab. Oxidations et combustions Edition TECHNIP, Paris, 1966.
6. Zabetakis, M. G., Furno, A. L. și Jones G. W (U. S. Bur. Mines Pittsburg, Pa) Minimum spontaneous ignition temperature of combustible in air S.U.A, 1954.
7. Luft, N. W. Evaluation of activity energy from burning velocities. Research correspondence suppl. to Research London., nr. 3, 1955, p. 513—516.
8. O'Neal, Lewis, Flight. Effect of pressure on the spontaneous ignition temperature of liquid fuels. Cleveland. Natl. Advisory Comm. Aeronaut. Techn. Note nr. 3 829, 1956, p. 12.
9. Obukhova, L. K., Kozlova, Z. G și Emanuel, N. M. Oxidation of liquid hidrocarbons with a high degree of conversion. În: Neftehimia, **1**, 1961, p. 669—674; Consultat după Chemical Abstracts **57**, 1962.
10. Tiggelen, A. Van. G. de Soete și Van Tiggelen P. J. Oxidations et combustions. Chapitre V. Oxidations et autoinflamations en phase gaseuse. În: Revue de l'institut français du pétrole, **XXI**, nr. 7—8, 1966 p. 1 175.
11. Sokolik, A. S. Isv. A. N., U.R.S.S. Otd tehn., **37**, nr. 4, 1940.
12. Rancu, N. și Tovissi, L. Statistica matematică cu aplicații în producție. Ed. Acad. R. S. România, București, 1963.
13. Batumer, L. M. și Pozin, M. E. Metode matematice în tehnica chimică (traducere din l. rusă) Ed. tehnică, București. 1956.
14. * * *Autogenous ignition temperatures of petroleum products. A. S. T. M. Standards on petroleum products and lubricants. Ed. 37, Oct. 1960, Philadelphia, p. 148.
15. Bărbatu, I. Gh. Contribuții la studiul și cercetarea autoaprinderii hidrocarburilor și benzinelor. Teză de doctorat elaborată în 1969 sub conducerea prof. Univ. Ing. Sergiu D. Rașeev. (manuscris nepublicat).
16. Hurn, R. W. și Smith, H. M. În: Industrial and Eng. Chem., **43**. 1951, p. 2 789.
17. Zivingston, H. K. În: Industrial and Eng. Chem., **43**, 1951, p. 2 789.
18. Lovell, W. G. În: Ind. and Eng. Chem., **40**, 1948, p. 2 388.

Un nou tip de drilometru cu tobă cap mort, cu articulaţie excentrică, autoaliniată cu axul capătului mort al cablului

I. Nicolau, N. Tănase, F. Neagoe şi G. Cioc

1. Premisele actuale ale problemei măsurării forţei la capătul mort al cablului de manevră

Obiectivele de dinamometrie cunoscute, privind sarcina la cîrlig şi pe sapă, prezintă actualmente semnificaţii noi, deosebit de interesante, care sînt direct legate de unele din principalele tendinţe moderne, atît ale tehnologiei de foraj, cît şi ale construcţiei de utilaj petrolier.

Considerînd ca o primă premisă a problemei, *alegerea punctului de măsură*, se apreciază că măsurarea forţei din capătul mort al cablului de manevră reprezintă în continuare punctul de măsură cel mai convenabil pentru aparatura de tip industrial, ceea ce este evidenţiat prin majoritatea realizărilor principalelor firme de specialitate: M. DECKER CORP — S.U.A. LINE SCALE — S.U.A.; CAMERON IRON WORKING — S.U.A.; BEAR CORP; KBAT — U.R.S.S.; AMPLO — R. S. România; G. N. T. I. — GmbH — R. F. a Germaniei; P. GRÄFE — GmbH — R. F. a Germaniei; KOVO — R. S. Cehoslovacia etc.

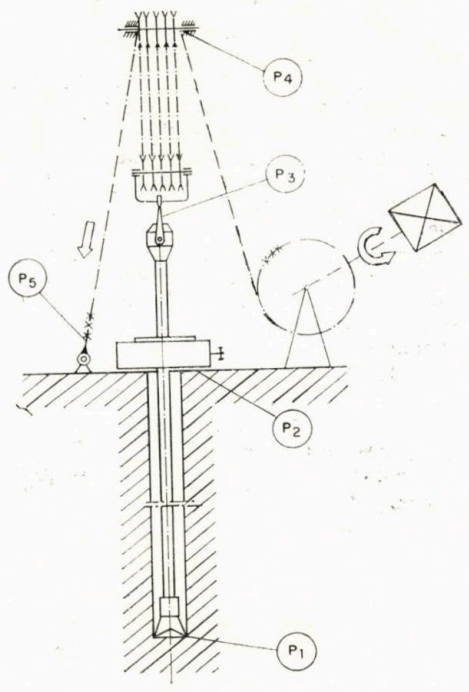


Fig. 1. Puncte de măsură folosite:
P_1 — la talpă; P_2 — la masa rotativă; P_3 — la cîrlig; P_4 — la geamblac; P_5 — la capătul mort al cablului.

Trecînd în revistă, conform figurii 1, celelalte puncte de măsură posibile, se pot face observaţiile critice care argumentează aprecierea făcută;

— măsurarea direct la talpă a sarcinii pe sapă, nu poate fi întrevăzută deocamdată decît pentru aparatura de cercetare, cum ar fi, de exemplu, cea elaborată de JERSEY RESEARCH LAB. [1].

— măsurarea la suprafaţă a sarcinii pe sapă este afectată de frecările garniturii de foraj pe pereţii găurii de sondă şi în coloana de fluid de foraj, dar această eroare poate fi eliminată prin corecţia de „zero", cu sapa ridicată din talpă;

— unele puncte de măsurare de la suprafaţă, cum ar fi: la geamblac sau sub piciorul turlei (de exemplu, tipul PENNANT INC. S. U. A. [2, 3], sau la capătul mort al cablului de manevră (majoritatea drilometrelor actuale, sînt afectate de randamentele cinematice respective, dar eroarea respectivă poate fi, de asemenea, eliminată prin corecţie de „zero" cu sapa ridicată din talpă);

— punctele de măsurare de la cîrlig [4, 5] şi de la masa rotativă (de exemplu, tipul R. I. G. — 1 — U. R. S. S. [6]), nu sînt afectate de randamentul cinematic al instalaţiei de manevră;

— măsurarea la talpă nu asigură şi determinarea sarcinii la cîrlig, care trebuie, în consecinţă, măsurată separat;

— măsurarea la masa rotativă permite numai determinarea greutăţii garniturii fixată în pene sau în elevator.

Considerînd a doua premisă principală a problemei, *metoda de măsurare a forţei din cablu*, este de reţinut faptul că metodele aplicate în prezent par să difere, în principal, prin modul de transmitere a forţei din cablu la traductorul, dinamometric respectiv, conform figurii 2.

I. *Metoda de măsură directă a forţei din cablu*

Se măsoară reacţiunea R a forţei F din cablu:

$$R_I = F \tag{1}$$

II. *Metoda de măsură prin deflecţie*

Se măsoară rezultanta R a celor două forţe concurente F din cele două ramuri deflectate cu unghiul α al cablului:

$$R_{II} = 2.F.\sin\alpha \tag{2}$$

III. *Metoda de măsură prin braţ de pîrghie*

Se măsoară forţa R, acţionînd la braţul de pîrghie a, pentru echilibrarea momentului dat de forţa F din cablu, acţionînd la periferia tobei cap mort de rază (r);

$$R \cdot a = F \cdot r \tag{3}$$

Din punctul de vedere al preciziei de măsurare, metoda de măsură directă reprezintă teoretic cazul ideal, dar este limitată ca aplicativitate practică exclusiv la drilometrele pentru sondeze şi pentru instalaţii de intervenţii, la care este permisă fixarea la sol a capătului mort al cablului de foraj fără tobă cap mort.

Luînd în consideraţie cea de-a treia premisă a problemei, *funcţiile tehnologice* la care trebuie să răspundă cumulativ drilometrele lucrînd la capătul mort al cablului, se pot enumera funcţiile de bază:

— funcţia de transmitere a forţei din cablu la traductorul dinamometric;

— funcţia de măsurare a traductorului dinamometric şi al aparaturii de afişare respective (indicare, înregistrare);

— funcţia de fixare a capătului mort al cablului, pe o tobă cap mort, care deşi nu este o funcţie de măsură se asociază din punctul de vedere al construcţiei drilometrului cu celelalte două funcţii menţionate.

Pentru drilometrele tipice, bazate pe metodele de măsură precizate anterior, conform figurii 3, se constată că pentru realizarea celor trei funcţii de bază enumerate, unele blocuri funcţionale pot fi comune ca amplasare şi construcţie. Prin cumularea funcţiilor se poate realiza desigur simplificarea constructivă considerabilă a aparatului.

Acceptînd ca a patra premisă a problemei faptul că *tipul traductorului dinamometric* folosit în mod aproape

generalizat în tehnica actuală este cel hidraulic, se pot aduce următoarele argumente în acest sens :

— traductoarele dinamometrice hidraulice prezintă caracteristici de robustețe în comportare, care le recomandă în mod special pentru condițiile grele din foraj ;

— soluțiile moderne de traductoare dinamometrice hidraulice cu membrană de tip cu zonă de rostogolire, cum sînt, nu există, practic, eroare de transmitere, $\varepsilon_t \cong 0$, în timp ce, pentru celelalte sisteme de transmitere, erorile de transmitere sînt considerabil mai mari decît eroarea proprie a traductorului dinamometric ; $\varepsilon_t \ll \pm 1$ % (mai ales în cazul sistemului de transmitere prin deflecție).

Din punct de vedere tehnologic, cerințele de precizie sînt deosebit de mari în prezent și tind să întreacă posibilitățile

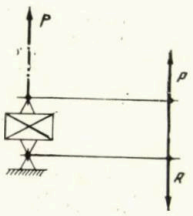


Fig. 2 a. Metoda de măsură directă — sistemul de forțe.

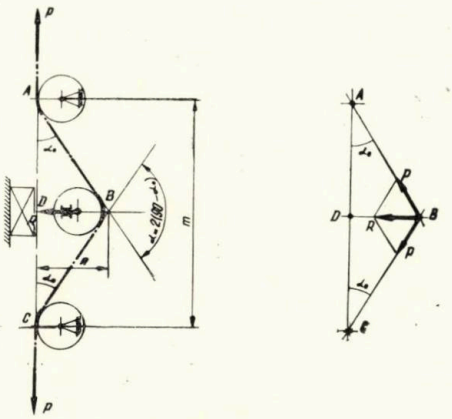


Fig. 2 b. Metoda de măsură prin deflecție — sistemul de forțe.

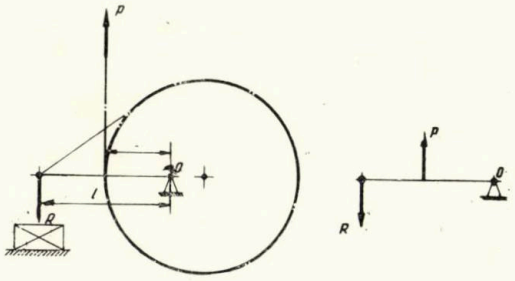


Fig. 2 c. Metoda de măsură prin braț de pîrghie — sistemul de forțe.

de exemplu, cele de tip SENSATOR — fabricație M. DECKER CORP S. U. A. [7] realizează condiții sigure de etanșare statică și o eroare proprie totală redusă de circa $\pm$ 1 %.

În fine, ultima premisă principală este *precizia de măsură* a drilometrului, care se consideră ca fiind dependentă de două surse de erori :

construcțiilor actuale de drilometre. Se dau în acest sens două exemple edificatoare [8].

Exemplul 1. Prin utilizarea unui drilometru cu precizia $\pm$5 % pentru determinarea adîncimii reale de prindere a garniturii de 5 000 m, zona de prindere se situează în intervalul 4 750—5 250 m, interval care poate coincide (pentru

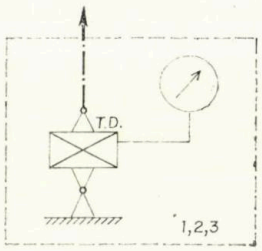


Fig. 3 a. Schema de principiu a drilometrului lucrînd direct pe cablu.

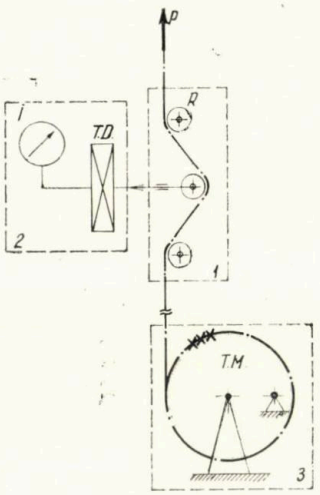


Fig. 3 b. Schema de principiu a drilometrului lucrînd prin deflecție :
1 — blocul de transmitere a forței din cablu ;
2 — blocul de măsurare a forței transmise ;
3 — blocul de fixare a cablului ; *T.D.* — traductor dinamometric ; *i* — indicator ; *R* — rolă ; *T.M.* tobă cap mort.

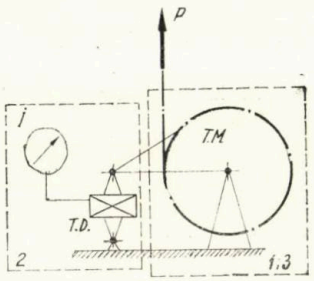


Fig. 3 c. Schema de principiu a drilometrului lucrînd prin tendința de rotire a tobei cap mort.

— eroarea proprie a traductorului dinamometric, care a fost arătată pentru construcțiile moderne actuale :

$$\varepsilon \cong \pm 1\,\%;$$

— eroarea sistemului de transmitere a forței din cablu la traductorul dinamometric, care variază mult pentru diversele sisteme de transmitere folosite. Se menționează numai că pentru sistemele directe de transmitere a forței din cablu, multe cazuri de tubaje de sonde) parțial, cu zonă de gaură tubată și parțial, cu zonă de gaură netubată. Într-un asemenea caz, programul de instrumentație, care este radical diferit în condiții de gaură tubată sau netubată, nu poate fi stabilit.

Exemplul 2. În condițiile de aplicare a programului de optimizare a regimului de foraj preconizat de firma HUGHES, conform recomandărilor oficiale pentru a săpa cu o sapă cu

diametrul de Ø 190 mm, de fabricație HUGHES, se pot defini două cazuri tipice, conform tabelei 1.

TABELA 1

Cazurile comparative A și B de optimizare, conform programului HUGHES, pentru sapa — 190 mm

Cazul	Apăsarea pe sapă, tf	Variația apăsării pe sapă		Variația durabilității lagărelor	
		%	*tf*	%	timp
A	2	±25	±05	±8	± 16 ore
B	35	±1,5	±0,5	8±	± 20 min

Se constată că :

— Pentru regimul de foraj cu apăsări mici (cazul A) o eroare de măsură a apăsării de ±0,5 *tf* respectiv de ± 25 %, nu duce la un risc deosebit în ceea ce privește scoaterea la timp a sapei de la puț, dată fiind toleranța mare de durabilitate a sapei ± 16 ore.

Pentru regimul de foraj cu apăsări mari (cazul B, către care se tinde în prezent), aceeași eroare de măsură ± 0,5 *tf*, respectiv de ± 1,5 % duce la o toleranță mult mai strînsă de durabilitatea sapei ± 20 min.

Cele două exemple date evidențiază elocvent rigurozitatea desideratelor de precizie a aparturii în condițiile caracteristice ale tehnologiei moderne de foraj.

Pentru completarea aspectelor referitoare la precizia de măsurare și, de fapt, tot ca o premisă a problemei enunțate, trebuie observat că *sensibilitatea* drilometrului, lucrînd pe capătul mort al cablului, nu poate prezenta o preocupare deosebită pentru măsurările industriale. Aceasta se datorește caracteristicilor elastice, respectiv caracteristicilor inerțiale ale canalului de transmitere a parametrului măsurat de la sapă la drilometru, prin intermediul garniturii de prăjini și a cablului de manevră care nu permit urmărirea variațiilor bruște ale apăsării pe sapă. În condițiile măsurărilor de cercetare, care urmăresc tocmai analiza regimului tranzitoriu, sensibilitatea aparatului devine însă o caracteristică tehnică principală și dictează alegerea unor soluții speciale (măsurarea direct la talpă, adoptarea de traductoare dinamometrice de tip electric cu viteze de răspuns mari etc.).

Aspectele analizate, care conturează problema dinamometriei sarcinii la cîrlig și pe sapă și, respectiv, delimitează posibilitățile tehnice ale aparaturii actuale existente în tehnica mondială, au constituit baza de elaborare a unui nou tip de drilometru, la care s-a încercat să se satisfacă desideratele majore definite prin premisele problemei.

2. Principiul de lucru și considerații funcționale asupra tipului nou de drilometru elaborat

În principiu, s-a conceput un drilometru cu o tobă cap mort articulată excentric la traductorul dinamometric și fixată la sol prin intermediul acestuia, astfel încît forța din cablu să se transmită direct la traductorul dinamometric. Conform figurii 4 pentru sistemul de transmitere a forței din cablu la traductorul dinamometric, s-au întrevăzut trei alternative principiale posibile.

Prin aplicarea metodei de măsurare directă a forței din cablu cu ajutorul unui sistem de transmitere a forței din cablu la traductorul dinamometric s-a căutat în același timp și aplicarea sistemului de fixare a cablului cu tobă cap mort, care este obligatoriu pentru toate instalațiile de foraj de mică, medie și de mare adîncime.

Reducerea erorilor principale de măsură, care provin de la sistemul de transmitere a forței din cablu la traductorul dinamometric, a constituit un obiectiv major.

S-a căutat autocompensarea parametrilor perturbatori respectivi, prin crearea unui sistem auto-adaptiv de transmitere a forței din cablu la traductorul dinamometric. În acest mod, eroarea totală de măsură a drilometrului conceput ajunge să se confunde cu eroarea proprie a traductorului dinamometric, ca și în cazul ideal al drilometrului cu traductor dinamometric montat direct pe cablul de manevră, la care fixarea capătului mort se face fără tobă cap mort.

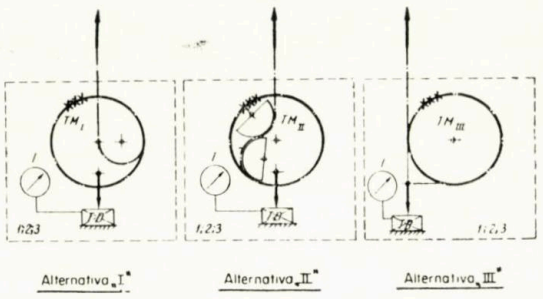


Fig. 4. Scheme de principiu ale alternativelor I, II, III ale drilometrului cu tobă cap mort articulată excentric : *1, 2, 3*, — bloc unic de transmitere a forței, măsură a forței și fixarea cablului ; *T. D.* traductor dinamometric ; *I*-indicator ; *T.* M_I — tobă cap mort cu semirolă de întoarcere a cablului ; *T.* $M._{II}$ — idem cu două semirole de întoarcere a cablului ; *T.* $M._{III}$ — idem — cu articulație excentrică exterioară.

Ca un obiectiv corelativ, prin comasarea funcțiilor de transmitere a forței din cablu la traductorul dinamometric, măsurarea forței transmise și fixarea cablului, s-a putut ajunge la un ansamblu constructiv unic.

Concretizînd schema de ansamblu a drilometrului, conform celei de-a treia alternative, selecționată ca optimă, s-a elaborat soluția din figura 5.

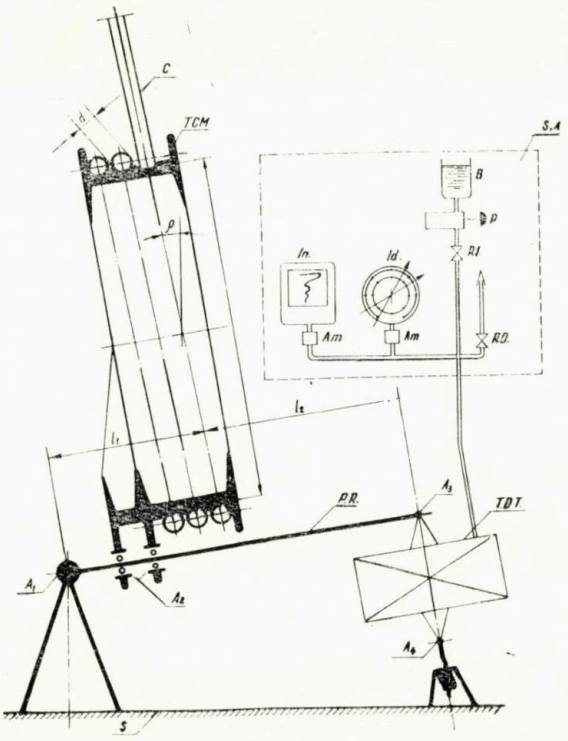


Fig. 5. Schema de ansamblu a drilometrului cu tobă cap mort articulată excentric, exterior :

TCM — tobă cap mort ; *P. R.* — pîrghie de reducere ; *TDT* — traductor dinamometric de tensiune ; *S* — suport ; A_1 — articulația pîrghiei ; A_2 — articulația tobei ; A_3A_4 — articulațiile traductorului ; *C* — capătul mort al cablului ; *S.A* — sistemul de afișare ; *Id* — indicator ; *In* — înregistrator ; *Am* — amortizor de pulsații ; *B* — bazinet ; *P* — pompa de umplere ; *R. I.* — robinet de închidere ; *R. D.* — robinet de aerisire.

Conform acestei scheme, toba cap mort se articulează pe pîrghia de reducere a efortului în traductor, între articulația de oscilare a pîrghiei și articulația de fixare a traductorului. Sînt posibile următoarele ajustaje;

— raportul de reducere al pîrghiei, prin translatarea articulației tobei cap mort de-a lungul pîrghiei de reducere a efortului;

— unghiul de înclinare al tobei, prin modificarea înălțimii de fixare a traductorului dinamometric.

Prin alegerea convenabilă a dimensiunilor geometrice ale sistemului de transmitere, este posibilă folosirea unui traductor dinamometric și a unui sistem de afișaj de orice tip utilizat în prezent.

Soluția de principiu concepută prezintă, în consecință, posibilități de a răspunde favorabil la principalele premise analizate inițial, ceea ce a putut fi controlat pe baza a două criterii principale de analiză;

— precizia de măsură ce poate fi obținută;

— satisfacerea condițiilor tehnice de măsură, de montaj și de operare la sondă.

3. Precizia de măsură

Față de condițiile funcționale ale drilometrului elaborat, precum și față de cele ale drilometrelor existente, se pot considera ca principale surse de erori de măsură:

— influența schimbării caracteristicilor cablului utilizat față de cel prescris, cum ar fi: schimbarea diametrului nominal ($d-d_1$) schimbarea tipului de cablu și, deci, a rigidității de încovoiere a cablului (e_1), modificarea aplatisării locale a cablului la înfășurarea pe toba cap mort (a);

— influența modificării poziției de lucru efective a capătului mort al cablului, față de poziția de lucru proiectată, cum ar fi: variația unghiului de înclinare a cablului față de axul turlei (φ); variația unghiului de azimut al capătului mort al cablului față de axul de referință al podului sondei (ξ);

— influența variației parametrilor aparatului propriu-zis, cum ar fi: frecările aleatorii în articulații (f), modificările geometrice ale sistemului de transmitere a forței sau ale traductorului dinamometric (s), frecări suplimentare de ghidaj ale traductorului dinamometric.

Prin analiza comparativă a abaterilor care apar pentru cele trei cazuri *A*, *B* și *C*, din figurile 6,7 și 8 sub influența parametrilor perturbatori arătați în tabela 2 trebuie remarcat faptul că nu se urmărește, de fapt, stabilirea preciziei absolute a acestor drilometre, ci numai valorile comparative ale abaterilor apărute pentru aceeași valoare considerată plauzibilă a unui parametru pertubator dat. Este evident că majoritatea acestor abateri pot fi eliminate, practic, în totalitate sau numai parțial, prin respectarea unor prescripții tehnice (de exemplu, alegerea cablului) sau prin corecții de citire. În acest mod se poate aprecia însă obiectiv ierarhia care se impune pentru cele trei cazuri caracteristice, din punctul de vedere al preciziei ce poate fi obținută.

TABELA 2

Valorile parametrilor perturbatori, pentru compararea abaterilor posibile de măsură

Nr. crt.	Parametrul perturbator	Notația	Valoarea estimată
1	Diametrul cablului	d $(d-d_1)$	3 mm
2	Rigiditatea la încovoiere a cablului	e_1	0,5 mm
3	Aplatizarea locală a cablului	a	
4	Unghiul de înclinare	φ	7°
5	Unghiul de azimut	ξ	7°
6	Frecarea în articulații	f	0,05 mm
7	Modificarea geometriei sistemului de transmitere și măsură a forței	s	5 mm

Grupînd schemele geometrice, care rezultă conform clasificării făcute anterior pentru sursele de erori, se obțin din figurile 6, 7 și, 8 și, respectiv, cu tabela 3, abaterile de măsură calculate analitic.

TABELA 3

Abateri de măsură calculate analitic pentru tipurile de drilometre A, B și C

Nr. crt.	Parametrul perturbator		Abateri de măsură calculate analitic pentru tipurile de drilometre		
	notația	valoarea de calcul	A, %	B, %	C, %
1	d	± 3 mm	± 12(±3)	±1,5 (0,37)	0 (0)
2	e_1	0,5 mm	− 4(−1)	−0,45 (−0,1)	0 (0)
3	a	1 mm	+ 10(+2,5)	+ 1,5 (+0,4)	0 (0)
4		7°	0 (0)	+ 0,6 (0)	+ 0,6 (0)
5		7°	0 (0)	+ 0,6 (0)	+ 0,6 (0)
6	f	0,05 mm	0 (0)	0 (0)	0 (0)
7	s	5 mm	+ 18(+6)	0 (0)	0 (0)
8	Eroarea proprie a dinamometrului:		± 1(±1)	± 1 (± 1)	± 1(± 1)
	Abatere totală maximă calculată:		+ 37	+ 0,65	+ 2,2
	Eroarea totală maximă posibilă a aparatului fără partea de afișaj (indicator + înregistrator):		(+11,5)	(+ 1,93)	(± 1)

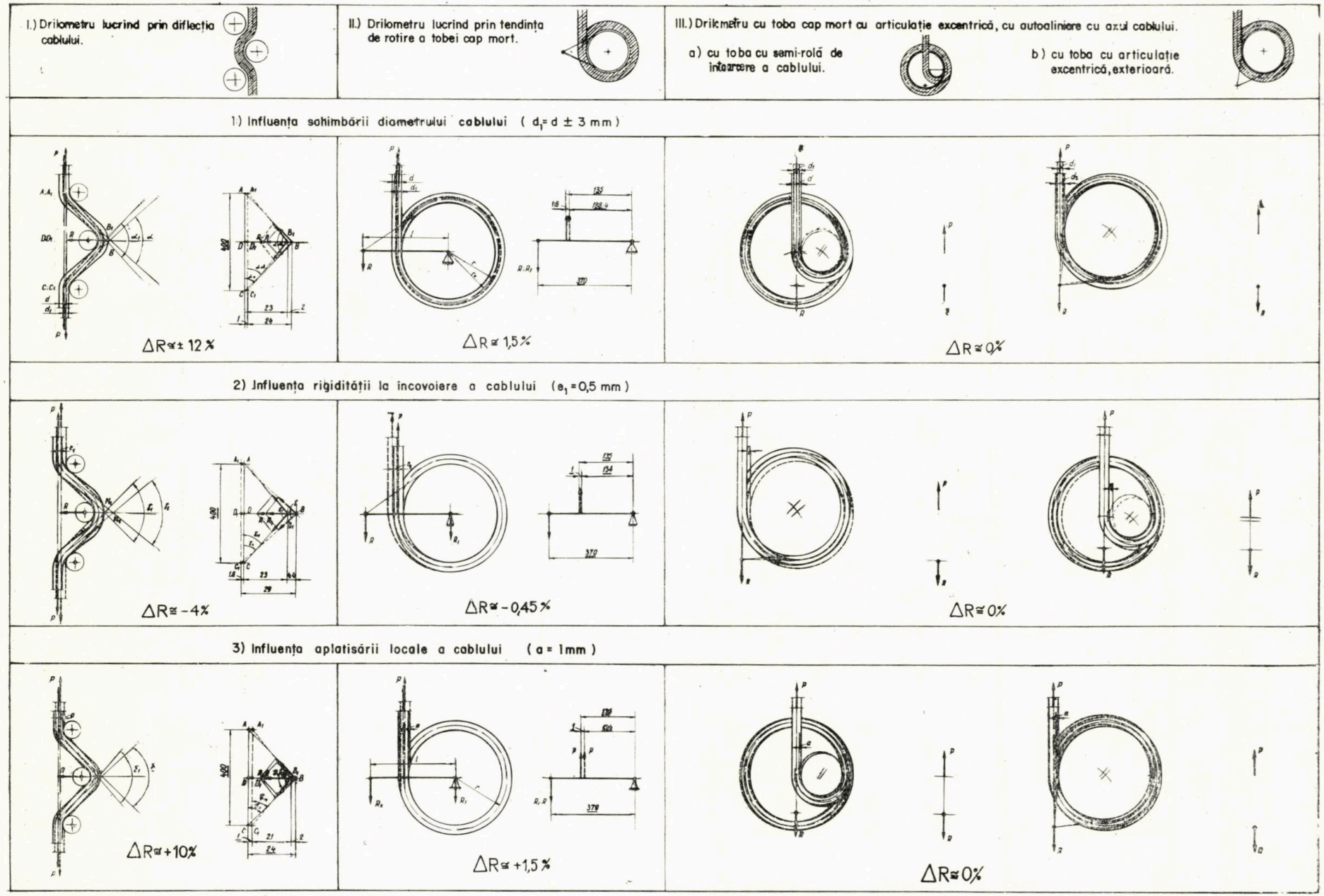


Fig. 6. Influența factorilor perturbatori dependenți de parametrii cablului.

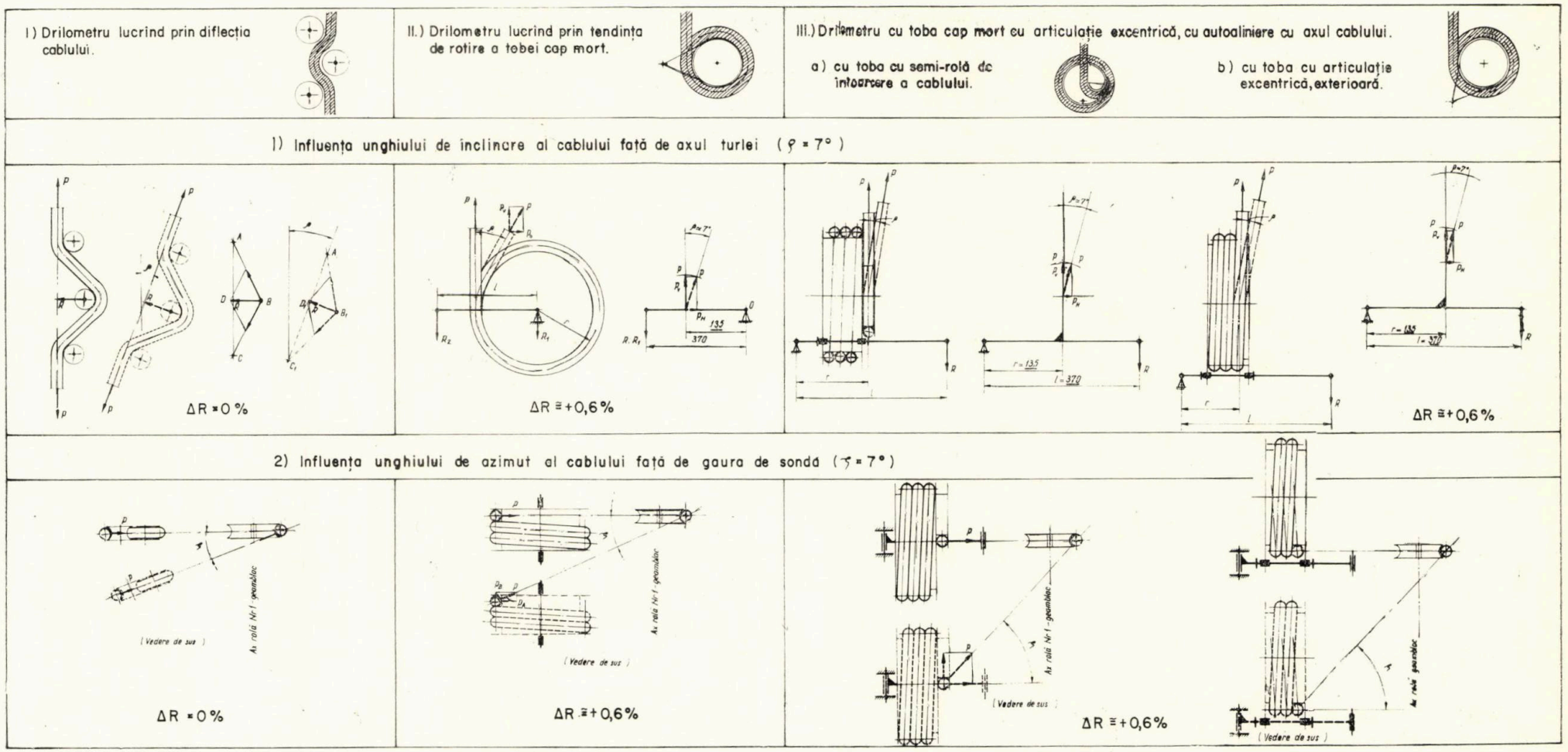


Fig. 7. Influența factorilor perturbatori dependenți de poziția de lucru a cablului.

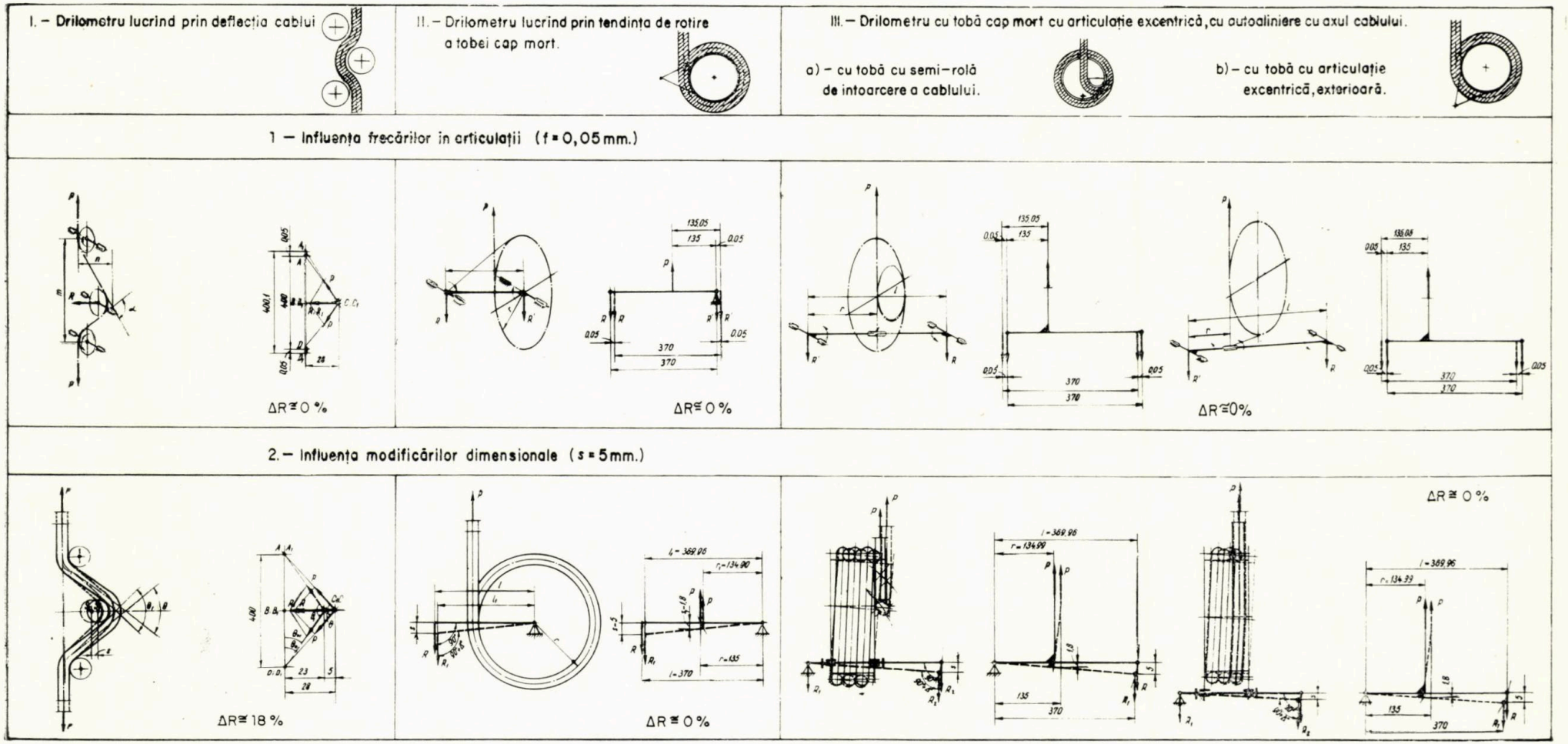


Fig. 8. Influența factorilor perturbatori dependenți de parametrii aparatului.

Se menționează faptul că în calculele analitice efectuate, s-au făcut aproximările uzuale pentru astfel de calcule estimative, ca, de exemplu :

— cablul s-a considerat un fir ideal, inextensibil, perfect flexibil, fără grosime și fără greutate proprie, atribuindu-i pe rînd numai caracteristica fizică sau dimensională respectivă analizată ;

— articulațiile s-au considerat punctiforme, fără joc și fără frecare, abaterile dimensionale și forțele de frecare din articulații fiind însă estimate apoi separat.

S-a apreciat că unele abateri calculate se pot elimina parțial.

— abaterile parametrilor de la punctele *1*, *2*, și *3* se pot micșora în raport de 1/4, prin respectarea tipului de cablu prescris ;

— abaterile parametrilor de la punctele *4*, *5* și *7*, se pot micșora în raport de 1/3, prin respectarea condițiilor de montaj prevăzute.

De asemenea, unele abateri pot fi înjumătățite dacă se ia ca bază valoarea medie de calcul.

În ceea ce privește tipul de drilometru elaborat, rezultă că eroarea sa totală se confundă cu eroarea aparaturii dinamometrice, respectiv că : *sistemul de transmitere a efortului din cablu la traductorul dinamometric nu introduce, practic, erori de măsură. Aceasta înseamnă că noul tip de drilometru, deși comportă o tobă cap mort normală, are aceeași precizie ca și drilometrele fără tobă cap mort* de la instalațiile de producție sau de la sondeuze, la care prinderea cablului se execută direct la traductorul dinamometric, cu cleme de fixare a cablului (tipul MIDGET-M. Decker Corp.-S. U. A. [17], sau tipul GIVD — 2, U. R. S. S. [15]).

4. Satisfacerea condițiilor tehnice generale de măsură de montaj și de operare la sondă

S-a căutat să se facă aprecierea soluției drilometrului elaborat și prin analiza modului de respectare a condițiilor tehnice generale de măsură, de montaj și de operare la sondă.

Pentru a avea o imagine comparativă față de celelalte tipuri caracteristice de drilometre existente, s-au avut în vedere, în cadrul tabelelor comparative 4, 5 și 6 aceleași cazuri *A*, *B*, și *C*, analizate anterior conform figurilor 6, 7 și 8 ceea ce permite să se completeze comparația făcută asupra preciziei posibile.

S-au analizat separat :

— condițiile tehnice generale ale drilometrelor, conform instrucțiunilor D. G. M. S. I., în vigoare și uzanțele firmelor de specialitate (tabela 4) ;

— condițiile de montaj ale sistemului de transmitere a forței din cablu la traductorul dinamometric (tabela 5) ;

— dezideratele principale de fixare a capătului mort al cablului de foraj (tabela 6).

Fără a explica condițiile tehnice, care se consideră cunoscute și valabile și pentru drilometrele existente, din tabelele comparative 4, 5 și 6 rezultă respectarea cumulativă a majorității condițiilor tehnice analizate. De asemenea, se deduc avantajele caracteristice ale tipului elaborat, față de celelalte tipuri existente, ceea ce reprezintă și principalele argumente de progres tehnic realizat.

TABELA 4

Drilometre — Asigurarea condițiilor tehnice generale

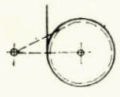
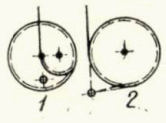
Nr.	Condiții tehnice generale	Caz „A"	Caz „B" 	Caz „C" 
1	Indicare și înregistrare directă și continuă	⊕	⊕	⊕
2	Unitatea de măsură cerută [tf]	⊖ Indicații în diviziuni	⊕	⊕
3	Asigurarea gamei de tipodimensiuni cerute		⊕	⊕
4	Precizia necesară : ±	⊕		
5	Asigurarea corecției sau eliminării surselor de erori	⊖ Pot interveni erori max.	⊖ Se asigură erori max.	⊕ Se asigură erori max.
6	(Vezi : tabela 2 — Analiza abaterilor posibile)	⊖	⊖	⊕
7	Execuție robustă	⊕ Trad. hidraulic	⊕ Trad. hidaulic	⊕ Trad. hidraulic
7	Asigurarea măririi temporare a sensibilității de indicare, înregistrare	⊕	⊕	⊕
8	Indicarea directă a apăsării pe sapă	⊕ Vernier	⊕ Vernier	⊕ Vernier
9	Înregistrare pe diagramă rectangulară	⊕	⊕	⊕

TABELA 5

Realizarea dezideratului de fixare a cablului mort — tobă cap mort

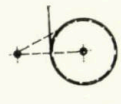
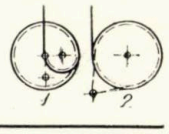
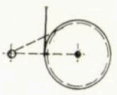
Nr. crt.	Deziderate de fixare etalon	Caz „A"	Caz „B" 	Caz „C" 
1	Fixare pe toba cap mort	⊕	⊕	⊕
2	Asigurarea deplasării capului pentru scurtare	⊕	⊕	⊕
3	Înfășurarea cablului în același sens	⊖	⊕	⊕
4	Respectarea diametrului minim admis de înfășurare	⊖	⊕	⊖ pt. varianta „C" ⊕ pt. varianta „C_2"
5	Dispozitiv comun (Tobă ± cap mort) + drilometru	⊖	⊕	⊕

TABELA 6

Realizarea deziderateloor de montaj ale dinamometrului pe cablu

Nr. crt.	Deziderate de montaj traductor	Caz „A"	Caz „B" 	Caz „C"
1	Montajul permanent al trad. dinamometric	⊕	⊕	⊕
2	Independența de erori provenite de la cablu	⊖	⊖	⊕
3	Măsurarea unei cote părți (k) din forța din cablu	⊕ k = fix	⊕ k = fix	⊕ k = reglabil
4	Asigurarea deplasării cablului pentru scurtare, fără demontarea traductorului	⊕	⊕	⊕
5	Folosirea de dinamometre de tracțiune	⊕	⊕	⊕
6	Sistem mecanic independent pt. cablul folosit	⊖	⊖	⊕
7	Independență de temperatură	⊕	⊕	⊕
8	Eliminarea influenței gradului de umplere al dinamometrului (plosca)	⊕	⊕	⊕
9	Demontarea traductorului dinamometric fără descărcare de sarcină a cablului mort	⊕	⊕	⊕

5. Soluții constructive adoptate

În conformitate cu soluția de principiu elaborată, s-a obținut din punct de vedere constructiv atingerea unor obiective interesante :

— realizarea unui tip nou de drilometru, avînd caracter competitiv asigurat prin brevetul R.S.R., 50 629/1968 ;

— concentrarea efortului de concepție asupra părții de transmitere a efortului din cablu la traductorul dinamometric ;

— asigurarea utilizării și, respectiv, interschimbabilității aparaturii de afișaj și a traductoarelor dinamometrice de la drilometrele actuale, lucrînd prin tendința de rotire a tobei cap mort. Aceasta este posibil prin prevederea acelorași tipodimensiuni, respectiv prin prescrierea de caracteristici ale mărimii de ieșire și de cote de montaj comune ;

— prevederea posibilității de derulare a cablului pe toba cap mort, în vederea mutării periodice a zonei de uzură maximă ;

— prevederea unui dispozitiv de blocare a cablului în timpul operației de translatare.

Rezolvarea problemelor constructive ridicate a fost făcută [16] avînd în vedere tipizarea actuală din R. S. România a instalațiilor de foraj și de intervenție. S-a ținut seama, de asemenea, de caracteristicile tehnice ale aparaturii existente la nivelul tehnicii mondiale. S-au prevăzut pe aceste criterii, următoarele tipo-dimensiuni :

Pentru ilustrarea aspectelor constructive, se consideră soluția elaborată pentru tipodimensiunea IV, la care s-au avut în vedere schema de calcul din figura 9, respectiv datele de calcul :

— forța maximă din capătul mort al cablului :

$$F = 40 \text{ tf} ;$$

— diametrul cablului de foraj : $d = 34{,}9 - 31{,}8$ mm ;

— diametrul tobei de înfășurare : $D = 720$ mm ;

— raportul de reducere a forței transmise la dinamometru ..... $i \cong 2{,}7$;

Soluția constructivă adoptată pentru tipodimensiunea IV, se prezintă în figura 10.

TABELA 7

Tipodimensiunile drilometrelor

Tipodimensiuni	Forța maximală la capătul mort al cablului kgf,	Instalația la care se utilizează	Observații
IV	40 000	Instalație de foraj de mare adîncime	Corespunde drilometrului M. DECKER CORP S.U.A., tip E (75 000 lbs)
III	27 000	Instalație de foraj de medie adîncime	Corespunde drilometrului M. DECKER CORP S.U.A., tip D (50 000 lbs)
II	18 000	Instalație de foraj de mică adîncime	Corespunde drilometrului M. DECKER CORP S.U.A., tip F. S. (40 000 lbs)
I	10 000	Instalație de intervenție și sondeze	Corespunde drilometrului M. DECKER CORP S.U.A., tip G (20 000 lbs)

Se reţin ca observaţii deosebite de ordin constructiv următoarele :

— Toba de înfăşurare a cablului s-a prevăzut să fie montată în consolă, pentru a putea fi uşor accesibilă pentru înfăşurarea cablului.

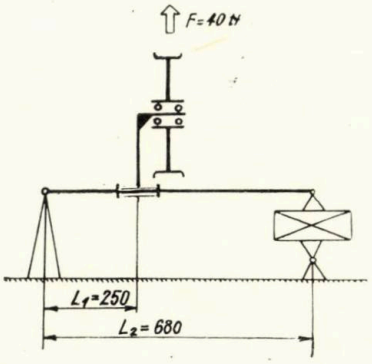


Fig. 9.

— Necesitatea rotirii libere a tobei pentru translatarea periodică a cablului în vederea mutării zonei de uzură maximă a impus montajul tobei pe un ax central, prevăzut cu rulmenţi. Blocajul rotirii tobei în timpul funcţionării normale s-a realizat cu ajutorul unui bolţ cu asigurare.

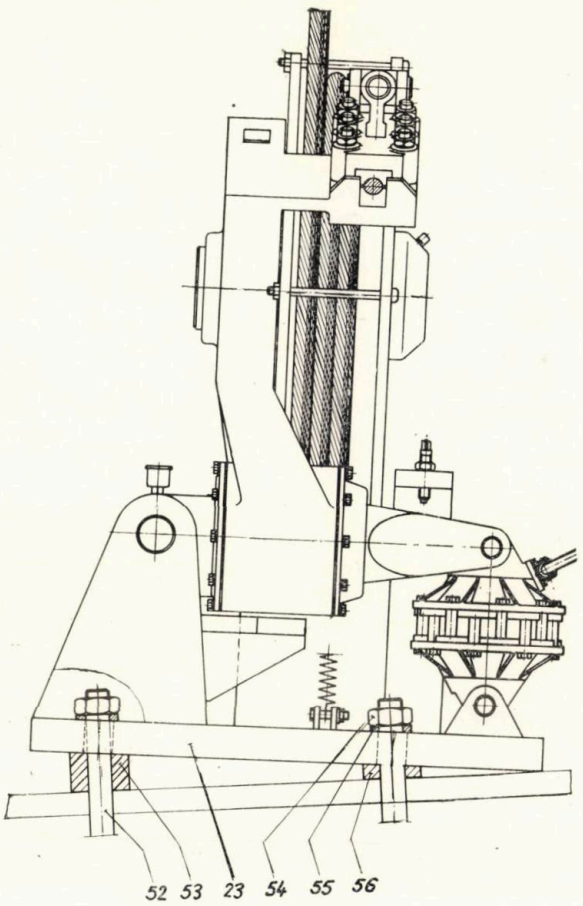


Fig. 10. Soluţia constructivă adoptată — ansamblul, vedere laterală.

— Aranjamentul general al tobei permite fixarea capătului mort al cablului prin fricţiunea a trei spire înfăşurate şi printr-o clemă de cablu de asigurare, cu şase şuruburi.

Se asigură, de asemenea, înfăşurarea cablului în acelaşi sens prevăzut de sistemul macara-geamblac-troliu.

— Dispozitivul de blocaj rapid al cablului la derularea sa pe tobă pentru mutarea zonei de uzură maximă, a fost prevăzut de tip cu pîrghie cu patină de fricţiune, cu deblocare manuală.

— Traductorul dinamometric este de tipul hidraulic de tracţiune, cu membrană cu zonă de rostogolire, pentru presiune mare de lucru. În acest fel, eroarea proprie totală a traductorului dinamometric poate să fie de circa $\pm$ 1%. Poate fi însă utilizat în locul acestui tip de dinamometru orice alt dinamometru de tip hidraulic sau electric, cu condiţia asigurării aceleiaşi forţe nominale şi a aceleiaşi cote de montaj.

— Se asigură posibilitatea de demontare a traductorului dinamometric, în timp ce sistemul de manevră este în sarcină, respectiv se asigură funcţiunea de fixare a capătului mort al cablului, chiar dacă se întrerupe funcţiunea de măsurare a forţei din capătul mort al cablului.

— Sistemul de afişaj, compus din partea de înregistrare şi respectiv, indicare directă şi cu vernier, este de tipul utilizat curent la drilometrele actuale.

În ansamblu, problemele constructive şi tehnologice care s-au soluţionat în modul arătat, se apreciază că sînt la nivelul curent întîlnit în construcţia convenţională de utilaj petrolier.

6. Concluzii

Din analizarea noului tip de drilometru conceput se constată rezolvarea favorabilă a principalelor cerinţe ale tehnologiei de foraj actuale. Pot fi reţinute următoarele avantaje principale :

— obţinerea unei precizii de măsură mărite, faţă de precizia obţinută cu aparatura industrială actuală. Creşterea preciziei s-a obţinut în condiţii de complexitate constructivă echivalentă, prin conceperea unui sistem de transmitere a forţei din cablu la traductorul dinamometric, de tip autoadaptiv. În acest fel, s-a realizat soluţia unui drilometru lucrînd la capătul mort al cablului de foraj fixat pe o tobă cap mort reglementară, avînd aceeaşi precizie ca în cazul soluţiei ideale a drilometrelor cu dinamometru lucrînd direct la capătul mort al cablului de foraj fixat, deci fără tobă cap mort.

— Elaborarea unei soluţii constructive, asigurînd cumulativ principalele funcţiuni necesare, conform tehnologiei moderne de foraj : sistemul de transmitere indirectă a forţei din cablu, sistemul de fixare a cablului prin fricţiune de înfăşurare pe o tobă cap mort, posibilitatea de translatare a cablului pe tobă în vederea mutării zonei de uzură maximă, posibilitatea de fixare rapidă a cablului la efectuarea operaţiei de translatare, asigurarea funcţiunii de fixare a cablului, independent de funcţionarea de măsurare.

— Asigurarea competitivităţii soluţiei de măsurare elaborate conform brevetului R.S.R. 50629/68.

În final, se apreciază însă că semnificaţia avantajelor enumerate trebuie interpretată prin posibilităţile oferite pentru satisfacerea dezideratelor noi ale tehnologiei moderne de foraj, dependente din ce în ce mai strîns de calitatea măsurărilor efectuate la sondă.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * Four new drilling tool bow-in with completion of Jersay Research Lab. În : O.G.L., 5, sept., 60, p. 100.
2. * * * Prospectul firmei PENNANT INC — S.U.A.
3. Bleakely, W. B. şi Enright, R. I.: New weight indicator gives hook load and total load on mast. În : O. G. L., nr. 7, febr. 1960, p. 100 — 105.
4. Grobstein, A. S. Indicator electric pentru garnitura de foraj. În : Petr. nr. 5, mai 1965.
5. Starozewski, T. Indicator electric de sarcină pentru foraj. În : WIADOM, NEFT nr. 1, iunie 1965, p. 17.
6. * * * Catalog pentru drilometrul R. I. G. — 1 U.R.S.S.
7. * * * Hydraulic dyaphragm, Br. S. U. A. nr. 2678065.

8. Nicolau, I. şi Dogaru, L.: Cercetări dinamometrice asupra capătului mort al cablului de foraj. În: Arhiva I. C. F. E. — Cîmpina, 1966.
9. *** Type "D", "E", "F.S" Anchors. În: Bulletin P-73 A/M DECKER CORP — S. U. A.
10. *** Type "D", "E" weight indicators. În: Bulletin P-112-/M-DECKER Corp, S.U.A.
11. *** Type "FS" weight indicators. În: Bulletin P-113-M. DECKER Corp, S.U.A.
12. *** Type "G" weight indicators. În: Bulletin P-114/ /M. DECKER Corp S.U.A.
13. Giliet, F. L. Cable anchor/ARMCO STEEL CORP, S. U. A. Brevet S. U. A. nr. 3 056 287/1962.
14. *** MIDGET-weight indicator. În: Bulletin P-58/M. DECKER CORP. S. U. A.
15. *** Ghidrauliceskii indicator vesa: davleniia-GIVD-2 K.B.A.T., U.R.S.S.
16. TĂNASE, N. Indicator de sarcină la cîrlig. În: Arhiva IPCUP, Bucureşti, 1967.

RECENZIE

P. M. TATARINOV: **Condiţiile de formare a zăcămintelor de minereuri metalifere şi nemetalifere.** Ed. tehnică, Bucureşti, 371 p. (Traducere din limba rusă).

Geologia zăcămintelor de minereuri metalifere şi nemetalifere a fost mult timp închistată în clasificări genetice prea rigide. Lucrarea are scopul de a crea o geologie a zăcămintelor eliberată la maximum de ipotezele genetice vechi şi de clasificaţii.

În carte sînt analizate problemele complexe cu privire la condiţiile de formare a zăcămintelor de substanţe minerale utile, metalifere şi nemetalifere. Încă de la prima ediţie lucrarea s-a bucurat de aprecieri, fiind tradusă în mai multe limbi (chineză, franceză etc).

Lucrarea se adresează unei game largi de specialişti ce includ geologi, chimişti, petrolişti, geofizicieni şi tuturor cercetătorilor ce lucrează în aceste domenii.

După cum arată chiar autorii în prefaţă, lucrarea respectivă constituie o bază pentru o bună înţelegere a condiţiilor de formare a zăcămintelor de minereuri metalifere şi nemetalifere.

Ca o expresie a necesităţii unei înţelegeri profunde a comportării zăcămintelor sub acţiunea solicitărilor exterioare, capitolul introductiv este consacrat prezentării alcătuirii intime a fazei solide a pămîntului, plecînd de la forţele de legătură dintre atomii şi moleculele constituente şi căutîndu-se ca prin ajutorul unor scheme foarte sugestive să se explice alcătuirea reţelei cristaline a principalelor minerale întîlnite în pămînt. Pe această bază se explică în continuare forma particulelor solide după care se deduc principalele relaţii care caracterizează rapoartele dintre fazele constituente ale pămîntului.

Acest capitol se referă la unele probleme în legătură cu studiul zăcămintelor de substanţe minerale utile şi unele metode noi.

Capitolul al II-lea este consacrat problemelor de structură şi compoziţie a scoarţei pămîntului, asociaţiilor de elemente, formelor zăcămintelor, textura şi structura lor.

În următoarele trei capitole (III, IV, V) sînt descrise condiţiile de formare a zăcămintelor, pe tipuri genetice endogene (magmatice, pegmatitice, metasomatice de contact, hidrotermale de exhalaţie etc.), exogene (de alterare, sedimentare etc.) şi metamorfogene.

În continuare, în capitolele VI, VII, şi VIII se tratează despre factorii geologici care determină localizarea zăcămintelor cu subcapitolele referitoare la tectonică, stratigrafie, litologie şi magnetism. Ultimul capitol cuprinde noţiuni de metalogenie cu subcapitolele despre centuri, zone structurale metalogenetice şi zone de mineralizare.

În general, importanţa care se acordă în lucrare modului de determinare a indicilor geotehnici care caracterizează proprietăţile zăcămintelor constituie o trăsătură importantă a sa. O altă caracteristică a lucrării o constituie faptul că în aplicarea diferitelor procese care au loc în pămîntul supus solicitărilor, se pleacă de la fenomene fizice intime ce se desfăşoară atît în fazele constituente, cît, mai ales, la limita lor de separaţie.

Lucrarea se caracterizează printr-un stil clar şi concis, ilustrată cu figuri foarte sugestive. Cartea respectivă este de un real folos şi nu a epuizat multiplele probleme pe care le ridică în prezent condiţiile de formare a zăcămintelor de minereuri metalifere şi nemetalifere, iar traducerea ei în limba română este foarte bine venită.

*** **Manual practic privind fluidele de foraj.** Lucrarea este editată de „Chambre Sindicale Recherche Pétrole" în ediţia Technip, Paris, 1969, 235 pagini.

Manualul foloseşte datele operaţionale din industria petrolului din Franţa, avînd un bogat material grafic şi sub formă de tabele.

Sistemele fluidelor de foraj sînt tratate complet şi detaliat, atît sistemele apoase, clasificate pe baza conţinutului de sare al fazei apoase — cît şi cele uleioase, discutate în context cu emulsiile inverse, precum şi fluidele de foraj pe bază de ţiţei. De asemenea, se descrie folosirea chimicalelor pentru controlul economic al proprietăţilor reologice ale fluidelor de foraj saturate cu sare.

Sînt incluse noroaiele tratate cu calciu (calcar, gips) pentru situaţiile în care consideraţii economice justifică aplicarea lor. Se face şi o clasificare a materialelor pentru noroaie care se oferă pe piaţă şi se include un glosar al termenilor tehnici adecvaţi.

Manualul nu are scopul să înlocuiască tehnicianul societăţilor de serviciu pentru noroaiele de foraj, dar el este suficient de clar pentru ca, pe baza experimentelor de schelă şi a relaţiilor dintre aceste experimente şi funcţiile şi proprietăţile fluidelor de foraj, să poată explica efectul diferiţilor contaminanţi întîlniţi în timpul forării stratelor, asupra proprietăţilor noroaielor de foraj.

Ca un corolar al metodelor moderne pentru controlul fluidelor de foraj, se descriu dispozitivele mecanice pentru separarea lor prin folosirea aparaturii pentru deznisipare, dezmîlare (de-silter), cicloane etc.

Manualul este o contribuţie a unui colectiv de specialişti francezi şi reprezintă o lucrare completă în domeniul fluidelor de foraj.

CRONICĂ

Optimizarea proceselor de săpare a sondelor

În ziua de 20 martie a. c. a avut loc la Pitești, Consfătuirea tehnico-științifică cu tema: „Optimizarea proceselor de săpare a sondelor", organizată de CNIT și de Ministerul Petrolului.

Au participat aproximativ o sută de specialiști din Ministerul Petrolului, de la ICFE — Cîmpina, de la IPFE — — Ploiești, de la Institutul de petrol gaze și geologie, de la Intreprinderea de prospecțiuni geologice, de la Grupurile industriale de foraj — extracție — Pitești, Ploiești, Moinești și Tîrgu Jiu, de la Centrala industrială de gaz metan Mediaș, de la întreprinderile de foraj din Arad, Tg. Ocna, și Rm. Vîlcea, de la Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere și de la CNIT.

În cadrul consfătuirii s-au prezentat cinci referate:

1. *Optimizarea proceselor de foraj la săparea sondelor de țiței și gaze*, T a t u, G r. — I.C.F.E. — Cîmpina.
2. *Metoda Woods-Galle de optimizare a procesului de foraj*, D o g a r u, L., I o n e s c u, G h., P i t e a, T h., Ș t e f ă n e s c u, O. T a t u, G h. — I.C.F.E. — Cîmpina.
3. *Stabilirea programului hidraulic în forajul sondelor cu regim de foraj optimizat*, I o n e s c u, G h., O p r i ș a n, N., P i t e a, T h. — I.C.F.E. — Cîmpina.
4. *Rezultate obținute în urma optimizării regimului de foraj și a extinderii forajului cu jet la Trustul de foraj — Pitești*, T o c a s i k, I., P a n ă, L., D o b r e, I. — Intreprinderea de foraj Bascov. S t ă n i l ă, O. — Intreprinderea de foraj Rm. Vîlcea.
5. *Criteriul curburii admisibile: principii, mod de aplicare, rezultate obținute*, N i ț ă, I., B o z d o c, E. Centrala industrială a gazului metan — Mediaș. Ș t e f ă n e s c u, O. — I.C.F.E. — Cîmpina.

Din lucrările prezentate se pot trage o serie de concluzii și recomandări.

În R. S. România, în abordarea problemei optimizării forajului sondelor de țiței și gaze, au fost luate ca bază rezultatele cercetătorilor americani Woods și Galle, în scopul găsirii unei metode imediate care să poată fi aplicată în activitatea de șantiere.

Optimizarea procesului de foraj presupune stabilirea parametrilor de lucru ai sapelor, în condiții date, pentru obținerea unui cost minim al forajului.

Metodologia de lucru prevede îndeplinirea următoarelor condiții:

— existența modelului matematic al procesului;

— cunoașterea condițiilor limită;

— existența criteriului de optimizare.

Metoda de optimizare prezentată de Woods și de Galle pentru sape cu role acordă atenție alegerii tipului de sapă, fluidului de foraj și puterii hidraulice. Graficele și procedeele pentru aplicarea în schelă a metodei permit să se stabilească:

— cea mai bună combinație de apăsare și de turație, menținute constante în timpul unui marș;

— cea mai bună apăsare pentru orice turație impusă;

— cea mai bună turație pentru orice apăsare impusă.

Metoda presupune că tipul de sapă, fluidul de foraj și parametrii hidraulici au fost corect aleși la sapa urmărită și că sapa programată va fora în aceleași condiții. Este necesară urmărirea atentă a sapelor la sondele alese, pentru a furniza datele primare și înregistrarea corectă a parametrilor realizați. Se impune, de asemenea, o atenție deosebită asupra alegerii mărimii factorilor controlabili, care guvernează curățirea tălpii de detritus.

Parametrii hidraulici reprezintă condiția de lucru esențială în optimizare. Debitul și viteza jetului trebuie să asigure o spălare optimă la talpa sondei, care depinde de formația geologică traversată și de adîncimea sondei.

În referate se arată rezultate experimentale în condiții optime de lucru.

Pentru a arăta că traiectul unei găuri de sondă se realizează luînd în considerație valorile admise ale variației unghiului de deviere, se folosește termenul de criteriul curburii admisibile.

Materialul documentar care există în lucrările I.C.F.E. — Cîmpina dă posibilitatea stabilirii valorilor variațiilor de unghi admise și a calculării celor realizate, precum și a unghiului de stabilizare.

Pentru a evita inconvenientele provocate de creșterea apăsării pe talpă, la Intreprinderea de foraj — Mediaș s-au făcut experimentări cu stabilizatori-corectori. Utilizarea acestora a dus la rezultate bune în ceea ce privește viteza de foraj, reducerea numărului de accidente și apăsare mărită pe talpă.

Discuțiile purtate în încheiere au dovedit interesul stîrnit de simpozion în problemele de optimizare a proceselor de săpare a sondelor.

Consfătuirea conducătorilor întreprinderilor și organizațiilor Ministerului Industriei Petrolului al U.R.S.S.

În luna ianuarie 1970, la Moscova a avut loc consfătuirea lărgită a lucrătorilor de conducere din industria extractivă a petrolului cu care prilej raportul cu privire la rezultatele Plenarei din decembrie a C. C. al P. C. U. S., a sesiunii a 7-a a Sovietului Suprem al U. R.S.S. și problemele petroliștilor pentru anul 1970 au fost prezentate de ministrul V. D. Șașin.

În acest raport s-a arătat că sondorii de producție au realizat și au depășit planul pe anul 1969, realizîndu-se o producție de 328 mil. t țiței, creșterea producției în 1969 reprezentînd peste 19 mil·t. S-a analizat, de asemenea, problema utilizării gazelor de sondă, subliniindu-se faptul că deși planul producției de gaze pe anul 1969 a fost realizat, peste 10 milrd m^3 din acest produs prețios au fost arse la coșuri. M. I. P. și M.I.G. al U.R.S.S. elaborează măsuri pentru o utilizare mai completă în anul 1970 a gazelor de sondă.

O mare atenție s-a acordat în raport, problemelor de foraj.

Ministerul Industriei Petrolului a subliniat importanța deosebită pe care o prezintă lucrările de intensificare a extracției țițeiului și de mărire a recuperării țițeiului, evidențiind perspectiva deosebită a metodelor termice de recuperare.

Un loc important în raport a fost rezervat îmbunătățirii lucrărilor de explorări geologice și construcțiilor capitale. Au fost menționate unele cazuri de întîrziere în punerea în funcțiune a unor obiective importante, printre care instalațiile de tratare a țițeiului din Ucraina, Tataria, regiunea Orenburg etc.

Raportorul s-a oprit detaliat asupra problemei ridicării eficienței activității de producție, considerată factor principal în determinarea progresului tehnic accelerat al economiei naționale. Cheia soluționării acestei probleme în industria extractivă a petrolului constă în creșterea indicatorilor tehnologici, în automatizarea producției, în îmbunătățirea organizării conducerii și în trecerea totală a industriei de petrol la funcționarea în conformitate cu reforma de conducere în economie.

Pentru mărirea productivității muncii, în cadrul industriei petrolului, trebuie ridicat nivelul tehnicii, al tehnologiei și al automatizării producției, trebuie perfecționate formele organizatorice de conducere și este necesar să se definitiveze aplicarea reformei economice.

Noul tip de schele, instalațiile tehnologice în bloc, volumul mare de automatizare complexă și de telecomandă a verigilor componente ale schelelor — constituie orientările principale pe care trebuie să le urmeze industria de petrol pentru a atinge o productivitate ridicată a muncii.

Pentru anul 1970 este prevăzută fabricarea și montarea blocurilor de comandă a unităților de pompare, a instalațiilor centrale de măsurare, a instalațiilor de separație, a instalațiilor automatizate de dezemulsionare etc., dimensionate pentru pregătirea unui volum de 32 mil·t țiței pe an. Completarea cu utilaje noi este prevăzută, de asemenea, atît tehnica de foraj, cît și cea din alte activități ale schelei.

Experiența a dovedit superioritatea noii forme de conducere a producției, astfel încît în anii 1970 — 1971 toate uniunile, trebuie să treacă la noul sistem de organizare și de conducere. Realizarea acestei măsuri va aduce o importantă economie de muncă socială și de mijloace tehnice.

Un loc important în raportul prezentat a fost rezervat activității organizațiilor de cercetări științifice și de proiectare ale ministerului, chemate să joace un rol hotărîtor în accelerarea progresului științific și tehnic al industriei de petrol.

Participanții la consfătuire au acordat o mare atenție problemelor accelerării progresului tehnic, aplicării în producție a realizărilor științei, creșterii simțitoare

a indicatorilor tehnici şi economici ai forajului, unul dintre procesele principale de asigurare a industriei petrolului cu rezerve sporite de ţiţei şi gaze şi de creştere a producţiei lor.

CONFERINŢE

Conferinţa anuală a Asociaţiei germane pentru cercetarea uleiurilor minerale şi a chimiei carbonului, de la Stuttgart

La această conferinţă, ţinută la Stuttgart, la începutul anului 1970, au participat 1 100 de reprezentanţi ai industriilor din R. F. a Germaniei şi au fost prezentate 55 de comunicări din industria petrolului, începînd de la explorare şi pînă la petrochimie.

Dezvoltarea tehnicii seismice şi a forajului de mare adîncime

S-a relevat că declinul producţiei de ţiţei a R. F. a Germaniei a dus la dezvoltarea unor noi mijloace seismice şi a tehnicii forajului de adîncime, pentru a putea fi cercetate şi puse în valoare zăcămintele petrolifere din formaţiunea de mare adîncime, denumită prezechstein. Datorită faptului că în ultimii ani s-au extras circa 8 mil. t/an ţiţei, fără a se fi putut adăuga noi rezerve mai importante, rezervele sigure ale ţării au scăzut de la 94 mil. t, la începutul anului 1968, la 87,5 mil. t, la începutul anului 1969.

Deşi în 1968 s-au cheltuit peste 8 mil. $ pentru prospecţiuni geofizice, în formaţiunile adînci ale carboniferului şi ale devonianului, forîndu-se zece sonde de explorare la adîncimi de peste 4 900 m (două din ele au atins adîncimea de 6 1000 m), rezultatele au dus la concluzia că, pentru a descoperi noi rezerve de ţiţei, prospecţiunile şi forajele de explorare trebuie continuate la adîncimi şi mai mari, în carboniferul inferior şi în formaţiunea prezechstei.

Pentru prospectarea seismică la mare adîncime s-a ajuns să se lucreze simultan cu 24 de grupe de detectoare seismice, iar în unele cazuri cu 48 şi chiar cu 96 de grupe de detectoare, pentru alimentarea amplificatorului seismic. Întrebuinţarea la suprafaţă a surselor de energie joasă (în locul dinamitei, care este prea costisitoare), pentru producerea semnalelor slabe, şi, în special, a metodei denumite ,,vertical stacking'', folosirea filtrelor Weiner, de optimizare digitală a selecţionării undelor seismice, pentru eliminarea reverberaţiilor produse la traversarea straterlor de apă etc., au redus apreciabil costul prospecţiunilor seismice.

Creşterea consumului de benzină grea pentru petrochimie

În 1970, instalaţiile petrochimice din R. F. a Germaniei vor craca 7 mil. t/an benzină grea, pentru obţinerea olefinelor şi a acetilenei, faţă de numai 4,4 mil. t, cît s-a cracat în 1967. O altă cantitate, de 1 mil t/an benzină grea, va fi utilizată pentru producerea aromaticelor şi a gazului de sinteză, aşa încît, în 1975, totalul cantităţii de benzină grea supusă cracării în instalaţiile din R. F. a Germaniei se va ridica la 11,9 mil. t/an, pentru întreaga producţie petrochimică, plus 0,8 mil. t/an, pentru obţinerea gazelor destinate consumului orăşenesc şi producerii solvenţilor.

Este de aşteptat ca şi producţia de etilenă să crească corespunzător, ridicîndu-se de la 1,1 mil. t, în 1967, la 1,7 mil. t/an, în 1970 şi 2,5 mil. t, în 1975. Producţia de propilenă va creşte, de asemenea, de la 600 000 t, în 1967, la 875 000 t/an în 1970 şi, probabil, la 1,2 mil. t, în 1975. Producţia de benzen şi de alte hidrocarburi aromatice se va mări de la 350 000 t, la peste 1,6 mil. t/an, în 1975.

Un nou catalizator de reformare

Dezvoltarea atît de importantă a producţiei de hidrocarburi aromatice şi de materii prime cu cifră octanică superioară a atras atenţia unor rafinării din Europa asupra operaţiilor actuale de reformare catalitică, care utilizează materii prime mai puţin valoroase.

În legătură cu această problemă, A. Edeleanu, de la Grupul de cercetări al Societăţii ,,Chevron'', descrie performanţele realizate de unele instalaţii de reformare din S.U.A. care întrebuinţează noul catalizator de platină-reniu pe suport de alumină, în locul catalizatorului obişnuit, cu un conţinut mare de platină. Noul catalizator de Pt — Re are o mai bună stabilitate termică, iar declinul activităţii sale este de 1/5 din declinul celui mai bun catalizator convenţional de Pt. Catalizatorul Pt — Re nu favorizează amplificarea reacţiilor de hidrocracare care au loc o dată cu creşterea temperaturii procesului de reformare, iar randamentele de produse lichide şi de hidrogen rămîn constante în timpul operaţiilor. Pentru unităţile de reformare din Europa, este foarte important faptul că producerea hidrocarburilor aromatice din materii prime este favorizată de ciclizarea parafinelor la presiune joasă. Încercările la scară industrială, efectuate în patru instalaţii de reformare din S.U.A., au arătat, de asemenea, că schimbarea catalizatorului de Pt cu cel de Pt-Re nu implică nici o modificare a utilajelor; capacitatea de reformare a instalaţiei s-a mărit cu 40%, cifra octanică a reformatelor a crescut cel puţin cu două unităţi, volumul de hidrogen reciclat a scăzut de la 8 : 1 la 5 : 1, iar durata de funcţionare, fără regenerarea catalizatorului de Pt-Re, a fost de două ori mai mare decît cea a catalizatorului de Pt. Toate aceste rezultate confirmă calităţile superioare ale catalizatorului de Pt-Re, de tipul A şi B, care oferă avantaje economice foarte importante.

O metodă nouă pentru obţinerea izobutilenei

Creşterea utilizării polimerilor înalţi cu proprietăţi speciale a mărit importanţa izobutilenei folosite la prepararea poliizobutilenei şi a cauciucului butil. Cercetările efectuate de BASF (R. F. a Germaniei) au dus la elaborarea unei metode noi de obţinere a izopropilenei monomer, din fracţiunea de crcarea a *n*-butanului. Metoda utilizează o soluţie apoasă de acid sulfuric (40 — 45%), pentru absorbţie selectivă a izobutilenei din amestecul gazos de hidrocarburi C_4, cu hidratarea simultană a izobutilenei pentru formarea *t*-butanolului. Extracţia prin absorbţie a izobutilenei este maximă la temperatura de 30°C, iar separarea *t*-butanolului se realizează prin distilare în vid, la temperatură joasă. În final, *t*-butanolul separat este purificat, dacă este necesar, fiind apoi deshidratat la 370°C, în prezenţa unui catalizator de oxid de aluminiu, în izobutilenă şi apă. Reacţia este foarte selectivă şi cu randament mare, iar izobutilena trebuie să îndeplinească condiţiile de puritate necesare obţinerii poliizobutilenei cu greutate moleculară mare. O instalaţie industrială nouă, care produce 6 300 t/an izopropilenă după noua metodă, se află în funcţiune la Wesseling, lîngă Colonia. Puritatea izobutilenei recuperate este peste 99,93% în volume, diizobutilena formată este mai puţin de 1%, iar randamentul este de 90,95%.

Simpozionul Centrului de documentare şi studii petroliere — CIDEP — de la Monaco

Între 8 şi 14 iunie 1970 va avea loc la Monaco simpozionul organizat de ,,Centre international de documentation et d'études pétrolières'' sub denumirea de ,,SYMINFOR''. Discuţiile sînt împărţite în următoarele capitole: informarea petrolieră; informarea tehnologică; mijloace de informare audiovizuale (cinema, TV, radio proiecţii etc.); materiale de informare şi servicii.

Cu acest prilej se va inaugura o expoziţie de specialitate şi vor fi vizitate cîteva obiective importante din cuprinsul principatului de Monaco, precum: Fundaţia Maeght de la Saint Paul-de-Vence; instalaţiile radio şi tele de la Monte-Carlo, precum şi o excursie facultativă în Italia.

Limbile oficiale sînt franceză şi engleză.

Înscrierile pentru comunicări şi participarea la discuţiile de la ,,masa rotundă'' vor fi adresate Secretariatului General CIDEP ,,SYMINFOR'', 16, Bd. dr. Suisse, Monte-Carlo, Pincipauté de Monaco.

Informaţiile şi înscrierile se vor adresa: Technique du Pétrole, 243 bis, Bd. Pereine 73, Paris 17e — Pentru orientare, se arată că CIDEP a fost constituit la Monaco, în octombrie 1963, avînd ca obiectiv principal organizarea reuniunilor petroliere, astfel:

,,Petrolul şi marea'' între 12 — 20 mai 1965 şi Congresul explorării marine'', între 1—5 decembrie, completate cu expoziţia de utilaje.

Ulterior s-a decis ca CIDEP să extindă toate preocupările sale pentru toate disciplinele industriei petroliere, printre care crearea unui ,,Birou de documentare'', accesibil aderenţilor la CIDEP. În felul acesta, Monaco va deveni un loc de întîlnire al activităţii petroliere. (Program anexat la revista Techniques du Pétrole nr. 275, feb. 1970).

NOTE TEHNICE

Noutăţi din industria de petrol În: Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **86**, nr. 2, feb. 1970, p. 63—67

Activitatea de foraj-extracţie în 1969 în R. F. a Germaniei

În cursul anului 1969 s-au înregistrat realizări importante în activitatea de foraj. Au fost descoperite patru regiuni noi de gaze naturale (Rütenbrock, în Emsland, Inzenham, în Bavaria, Bahnsen, în Hanovra şi Quaadmoor, în regiunea Weser-Ems) şi una de ţiţei (între Weser şi Ems). Într-o serie de regiuni cu exploatare normală s-a constatat prin foraje că zăcămintele au extindere cu mult mai mare decît se cunoştea mai înainte.

S-a forat în total 216 322 m la 74 de sonde, ceea ce reprezintă o creştere a metrajului cu 8,4% faţă de anul 1968. Din cele 74 de sonde forate (41 sonde de explorare, 17 de extindere, 16 de exploatare), 12 sonde au descoperit ţiţei şi 17 gaze naturale. Pe regiuni, metrajul realizat se repartizează, astfel: 74 000 m zona Weser-Ems, 67 000 m Hanovra, 38 000 m Vorlandul alpin, 15 000 m Emsland, 11 000 m Holstein, 11 322 m în zona Berlinului, estuarul fluviului Ems, Rinul superior şi Solling.

În 1969 s-a înregistrat o producţie internă de ţiţei de 7,9 mil. t, cu 1,3% mai puţin decît în 1968, şi o producţie de gaze naturale şi de gaze asociate cu ţiţeiul de 9 miliarde Nm^3, în comparaţie cu 6,5 miliarde Nm^3 cît a fost în 1968. Producţia de gaze este estimată întrucît pînă în prezent nu se dispune de cifre certe privind realizările pe 1969.

Producţia de ţiţei realizată prin activitatea societăţilor cu capital german lucrînd în străinătate a fost de 4 620 022t, dintre care: 4 472 276 t în Libia, prin societatea Gelsenberg, 57 711 t în Canada, prin societatea Wintershall, 52 057 t în Dubai, prin societatea DEA, 26 987 t în Peru, prin societatea DEA Elwerath-Wintershall, 10 991 t în Algeria, prin societatea Elwerath.

Transportul de ţiţei în 1969 pe conductele magistrale pentru rafinăriile din R. F. a Germaniei

În anul 1969 aprovizionarea rafinăriilor din R. F. a Germaniei cu ţiţei s-a făcut pe conductele magistrale ce leagă rafinăriile cu porturile din Marea Nordului (Rotterdam, Wilhelmshaven) din Marea Adriatică (Triest) şi din Marea Mediterană (Marsilia, Genova). Pe aceste reţele de conducte s-au transportat în rafinăriile din R. F. a Germaniei 75,6 mil. t ţiţei, dintre care 20,8 mil. t prin Wilhelmshaven-Rhein (NWO), 18,1 mil. t prin Rotterdam — Rhein (RRP), 17 mil. t prin Triest-Ingolstadt-Karlsruhe (TAL), 12,2 mil. t prin Marsilia-graniţa germană (SEPL), 7,5 mil. t prin Genova-Ingolstadt (CEI).

Importul de gaze naturale în R. F. a Germaniei din Olanda şi previziunile de viitor

În 1969 R. F. a Germaniei a importat din regiunea Groningen (Olanda) 4,7 miliarde Nm^3 gaze naturale.

La 1 februarie 1970 R. F. a Germaniei a semnat un contract de livrări de gaze din U.R.S.S., pe o perioadă de 20 de ani, la un nivel anual de circa 3 miliarde Nm^3 începînd din 1973. Valoarea gazelor ce se vor importa reprezintă circa 2,5 miliarde mărci pe an. Contractul urmează să fie supus aprobării guvernelor celor două ţări. Conducta prin care se vor transporta aceste gaze, provenind la început din şantierele de gaze ale Ucrainei, este deja montată pînă la Praga şi va fi prelungită pînă în R. F. a Germaniei.

Producţia mondială de ţiţei

În anul 1969 producţia mondială de ţiţei a fost de 2,134 mrd. t, faţă de 1,993 miliarde t în 1968. Pentru prima dată în istoria industriei de petrol, Orientul Mijlociu împreună cu Extremul Orient au realizat 634 mil. t de ţiţei, faţă de 573 mil. producţia în 1968, ocupînd astfel locul întîi în producţia mondială. America de Nord a înregistrat numai 573 mil. t, marcînd o uşoară scădere în comparaţie cu producţia de 578 mil. t din anul precedent. Pe locul imediat următor Americii de Nord se situează ţările blocului Europei de Răsărit, cu o producţie de 363 mil. t de ţiţei, ceea ce revine la un spor de 24 mil. t faţă de producţia avută în anul 1968. Ţările Americii Centrale şi ale Americii de Sud au înregistrat împreună 262 mil. t, ţiţei, avînd astfel o uşoară creştere de 3 mil. t ţiţei faţă de producţia anului 1968. O creştere însemnată de producţie a revenit ţărilor africane, care în 1969 au realizat 231 mil. t ţiţei, cu 49 mil. t mai mult decît în 1968. Nivelul producţiei de ţiţei în ţările din vestul Europei s-a menţinut, ca şi în anul trecut, la 17 mil. t, la care R. F. a Germaniei participă cu circa 8 mil. t. În această regiune, ţiţeiul rămîne deficitar şi fără mari perspective în anii ce urmează.

O interesantă descoperire a Institutului societăţii Max-Planck din Pöln-Holstein R. F. a Germaniei

Dr. J. Overbeck şi Dr. M. Naguib de la Institutul societăţii Max-Planck din *Pöln* (Holstein) au reuşit, în cercetările de laborator să izoleze dintr-un lac la Pöl anumite specii de microorganisme a căror sursă de hrană este metanul gazelor ce se găsesc în acest loc, transformîndu-l printr-un proces de oxidare în albumină. Cei doi specialişti au mai constatat că alte microorganisme oxidează metanolul.

Pînă în prezent nu s-a reuşit pe bază de culturi să se dezvolte microorganisme care să se hrănească cu metan sau cu metanol.

Descoperirea deschide interesante perspective pentru rezolvarea pe această cale a deficitului de proteine într-un viitor apropiat, ceea ce va aduce o contribuţie însemnată la rezolvarea problemelor de alimentaţie în regiunile suprapopulate de pe glob.

DOCUMENTARE

Mahmudov, D. M. şi Mamedov, Ia. G. **Determinarea unghiului de creştere a devierii sondelor în funcţie de lungimea prăjinilor grele.** În: Nefteance hozeaistvo, **48**, nr. 3, mart. 1970, p. 16 — 19.

Practica forajului sondelor dirijate arată că unghiul de creştere a înclinării sondei depinde în mare măsură în lungimea prăjinilor grele plasate deasupra dispozitivului de deviere. Problema nefiind, însă, pînă în prezent abordată, în urma unei cercetări analitice a acţiunii părţii de jos a garniturii de foraj la săparea unei sonde dirijate, autorii propun formula matematică pentru calculul unghiului de creştere a înclinării sondei la fiecare 10 m săpaţi, în funcţie de lungimea prăjinilor grele aşezate deasupra dispozitivului de deviere.

Kurocikin, B. M. **Analiza cauzelor influxului la trecerea în continuare a forajului la circulaţie cu noroi.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 3, mart. 1970, p. 26 — 28.

În articol sînt analizate cauzele influxului, cînd se trece la circulaţie cu noroi. Se arată că, în cele mai multe cazuri, după cercetările hidrodinamice ale ritmului de scădere a nivelului, se obţin curbe indicatoare anormale, a căror prelucrare cu metoda cunoscută prezintă valori diminuate pentru intensitatea influxului. Analiza curbelor a permis autorului să facă recomandări concrete pentru izolarea zonelor de influx în sondele în care prin cercetări se obţin curbe anormale, ele reprezentînd consecinţa interacţiunii mai multor orizonturi de influx cu diferite presiuni de strat.

Berejnoi, A. I. **Modul pentru spaţiul inelar cimentat al sondelor.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 3, mart. 1970, p. 18 — 20.

Autorul propune drept model al proceselor calitative şi cantitative ce se petrec în spaţiul inelar, umplut cu pastă de ciment al sondei, un sistem termodinamic pasta de ciment (piatra) — mediul înconjurător. În evoluţia sa, sistemul trece prin trei faze : pasta de ciment — mediul înconjurător (molecular — mecanică), pasta de ciment în curs de întărire — mediul înconjurător (termomecanică) şi pasta de ciment — mediul înconjurător (chimicc-mecanică), fiecare fază fiind caracterizată prin procese de trecere în stare de echilibru însoţite de modificări mecanice în sistem, similare circuitului termocinetic al sistemelor cu două grade de libertate interne legate şi unul exterior.

Pentru o cimentare mai etanşă a sondelor, s-au elaborat, ca urmare a aplicării modelului, paste de ciment, metode de cimentare şi recomandări urmărind perfecţionarea pregătirii găurii de sondă pentru exploatare.

Koteahov, F. I. şi Melnikova, Iu. S. **Metodă pentru determinarea separată a volumului absolut de caverne şi pori în rocile cavernoase şi poroase.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 3, mart. 1970, p. 37 — 39.

Saturaţia şi recuperarea ţiţeiului din rocile cavernoase şi poroase depind în mare măsură de raportul volumelor de caverne şi pori. În articol se prezintă metoda de calcul a volumelor, total, şi separat, ale cavernelor şi porilor. Se arată rezultatele calculului volumelor de caverne şi de pori din rocile carbonatice ale zăcămîntului de ţiţei Reciţa din R. S. S. Bielorusă. În exemplul examinat partea de caverne reprezintă, în medie, 74% din volumul absolut al golurilor din rocile cavernoase şi poroase.

Datele prezentate de autori confirmă, de asemenea, faptul că metoda propusă pentru determinarea coeficienţilor de caverne şi de pori ai rocilor cavernoase şi poroase asigură obţinerea unei informări complete asupra proprietăţilor colectoare ale rocilor şi ale rezervelor de ţiţei şi de gaze conţinute în ele.

Veazunov, E. V. ş. a. **Algoritmul evidenţei automatizate cantitative a produselor petroliere, cu aplicarea noii metode de calibrare a rezervoarelor.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 3, mart. 1970, p. 66 — 69.

În articol se prezintă, cu ajutorul maşinilor electronice de calcul, algoritmul evidenţei cantitative a produselor petroliere aflate în rezervoare, pe baza noii metode de calibrare a rezervoarelor, prin care se înţelege complexul de operaţii metrologice cuprinzînd măsurările efective şi prelucrarea matematică a rezultatelor acestor măsurări, pentru determinarea volumelor rezervoarelor la niveluri oarecare.

Noua metodă de prelucrare matematică a rezultatelor calibrării rezervorului permite o reducere substanţială a operaţiilor logice şi artimetice efectuate cu maşina electronică de calcul. Comparaţia automată, după un program unic, a tabelelor de calibrare permit centralizarea prelucrării datelor de calibrare şi renunţarea la calcule voluminoase.

Algoritmul propus pentru evidenţa cantitativă automatizată se poate aplica atît în cazul metodei volumetrice şi de greutate, cît şi al celei piezometrice, pentru determinarea cantităţii de produse în rezervoare.

Tairov, N. B. ş. a. **Influenţa presiunii şi a componenţei lichidelor filtrante asupra permeabilităţii mediului poros.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 3, mart. 1970, p. 26 — 27.

Pentru studierea influenţei presiunii asupra permeabilităţii, s-a cercetat o portcarotă, capabilă să suporte o comprimare tridimensională a mediului poros pînă la o presiune de 500 at. Experienţele efectuate au arătat că, prin mărirea presiunii, se reduce permeabilitatea mediului poros. Cea mai mare reducere a permeabilităţii mediilor poroase se produce la presiuni relativ mici, de ordinul a 100 at. În afară de aceasta, asupra intensităţii reducerii permeabilităţii influenţează compoziţia lichidelor filtrante.

Stormont, D. H. **O rafinărie modernă în California** În : Oil Gas J. **68**, nr. 5, 2 febr. 1970, p. 116 — 117.

Societatea Humble Oil a construit la Benicia, în California, o rafinărie modernă care prelucrează 80 000 barile/zi ţiţei şi produce numai benzine pentru motoare, combustibili pentru avioane reactoare şi combustibili diesel, cu un randament total de peste 90 %. Singurul produs secundar este cocsul rezultat din instalaţia de cocsare fluidizată, care tratează reziduul de la distilarea în vid.

Schema de prelucrare, foarte severă, elimină producerea combustibililor grei şi a reziduurilor care se obţin, în cantităţi mai mici sau mai mari, în toate rafinăriile din S.U.A. Reziduul de la distilarea în vid este trecut direct în instalaţia de cocsare, cu ajutorul unui transportor acoperit, la un siloz pentru încărcarea în vagoane. Rafinăria nu este prevăzută cu instalaţii accesorii pentru depozitarea cocsului sau a reziduurilor de fabricaţie. Motorina de vid este tratată, împreună cu motorina de la cocsare, într-o unitate de hidrogenare catalitică, înainte de a fi trimisă în instalaţia de cracare catalitică. Procesul de hidrogenare are loc în două reactoare cu pereţii de 150 mm grosime, de 300 şi de 400 t greutate. A fost necesar un singur reactor mai mare şi, deci, mai greu, dar din cauza dificultăţilor de transport, s-au preferat două reactoare mai mici.

Hidrotratarea prealabilă a motorinelor destinate cracării elimină compuşii cu sulf şi cu azot, precum şi metalele care degradează catalizatorul de cracare. Se realizează în acelaşi timp saturarea aromaticelor şi se obţin randamente superioare de benzină, mai ales dacă se utilizează catalizatori zeolitici.

Celelalte instalaţii de prelucrare sînt asemănătoare celor din alte rafinării din S. U. A., care obţin randamente mari de benzine şi de combustibili pentru reactoare. Cracarea catalitică lucrează fără reciclare, iar fracţiunile grele ale acestei unităţi trec în instalaţia de hidrocracare cu o singură treaptă, care are o capacitate de 4 000 t/zi. Pentru celelalte unităţi, inclusiv cea de reformare catalitică, nu se cunosc detalii. Rafinăria foloseşte la maximum răcitoarele cu aer (70 %) şi, pe cît a fost posibil, cît mai puţină apă, care, după ce a fost recirculată de nenumărate ori, este tratată prin metode fizice, chimice şi biologice înainte de a fi evacuată. Pentru a se evita popularea aerului, s-au instalat două unităţi pentru recuperarea sulfului, cu o capacitate de 150 t/zi fiecare. În acelaşi scop, s-au instalat trei precipitatoare electrostatice pentru gazele cu pulberi de catalizator şi de cărbune, evacuate din cicloanele instalaţiei de cracare.

S-au luat, de asemenea, măsuri pentru eliminarea completă a zgomotelor. O inovaţie importantă este înlocuirea operatorilor şi a lucrătorilor mecanici cu tehnicieni instruiţi şi pregătiţi să lucreze în cel puţin cinci posturi diferite, să întreţină şi să repare utilajele şi aparatele de automatizare. Sala de control central al rafinăriei este dotată cu cele mai moderne instrumente, cu aparate radio la diferite secţii şi cu calculatoare electronice care reglează controlul fabricaţiei.

*** **Producerea albuminei din gazele naturale** În : Erdöl-Erdgas, Zeitschrift, **86**, nr. 2, febr. 1970, p. 67.

— Secţia de limnologie (studiul ştiinţific al apelor) a Institutului Max Plank din Ploen, R. F. a Germaniei, a făcut o descoperire de o însemnătate asemănătoare cu aceea făcută de A. Chanpagnat. Aşa cum Chanpagnat a dovedit că în hidrocarburile parafinice se dezvoltă microorganisme care se hrănesc cu acestea, iar în procesul de degradare se formează proteine, Dr. J. Overbeck şi colaboratorul său M. Naguib au reuşit recent să izoleze anumite specii de microorganisme dintr-o anumită zonă marină, a căror sursă de hrană este gazul metan emanat din mlaştini. Prin intermediul bacteriilor, metanul este oxidat şi transformat în albumină. În afară de aceasta, au fost izolate şi bacterii care oxidează metanolul.

Pînă în prezent nu s-a reuşit să se obţină microorganisme în culturi de laborator, care să se hrănească cu metan sau cu metanol.

Experienţele de la Ploen au început în 1964, căutînd să se explice absenţa oxigenului din gazele de mlaştini ale zonei studiate.

*** **Desulfurarea gazelor cu oxid de fier.** În : The Oil, Gas J. **68**, nr. 5, 2 febr. 1970, p. 79.

În Texas se foloseşte în prezent procedeul cu burete de oxid de fier pentru tratarea cantităţii de 115 000 m³ gaze acide

produse de două sonde din Schela Gomez. Instalaţia a avut un caracter provizoriu pînă la construirea unei staţii definitive cu o capacitate mai mare. S-a constatat, însă, că procedeul cu burete de oxid de fier lucrează în condiţii economice la tratarea unui volum redus de gaze acide, cu conţinut scăzut de H_2S, la care nu este necesară îndepărtarea conţinutului de CO_2. În cazul sondelor de la Gomez, acestea conţin 114,4 g la 1 000 m^3, care sînt reduse sub 5,7 g la 1 000 m^3, prin procedeul arătat. Instalaţia permanentă va fi construită pe baza acestui procedeu pentru un volum de 3,4 mil. m^3/zi gaze naturale.

***** Un nou aditiv pentru benzinele auto** În : Oil Gas. J. 67, nr. 52, 29 dec., 1969, p. 76 — 77.

Laboratorul de cercetări al Societăţii Standard Oil din California a elaborat un nou aditiv, F-310, pentru benzinele auto, care reduce fumul şi oxidul de carbon din gazele de eşapament. Aditivul are în compoziţia sa hidrocarbilamina, este în stare lichidă şi poate fi adăugat în benzine în cantitatea adecvată fie la rafinărie, fie la staţiile de distribuţie.

Încercările practice s-au efectuat cu autovehicule care au circulat 20 de ore/zi, pe un traseu de 17 mile, cu viteza de 29 mile/oră. Compoziţia gazelor de evacuare ale motoarelor a fost determinată la intervale de 1 000 — 2 000 mile, după normele impuse de regulamentele oficiale pentru combaterea poluării atmosferice. Rezultatele acestor încercări au arătat că aditivul F-310 reduce conţinutul de hidrocarburi nearse din gazele de ardere de la 550 la 250 p.p.m, efectul său fiind astfel echivalent cu eliminarea olefinelor reactive C_4 şi C_5 din benzina utilizată.

După o evaluare sumară, aceasta înseamnă că volumul hidrocarburilor nocive care poluează atmosfera poate fi redus cu 150 — 200 t/zi. S-a constatat, de asemenea, că aditivul reduce şi conţinutul de oxid de carbon de la 2,5 la 1,6 % CO.

Aceleaşi încercări au mai stabilit că, datorită acţiunii sale detergente, noul aditiv oferă şi alte avantaje importante, şi anume : menţine în stare curată supapele şi carburatorul, evitînd astfel uzura şi reglarea frecventă a acestor dispozitive, măreşte performanţa şi puterea motorului, protejîndu-l împotriva defecţiunilor premature. În anumite condiţii de viteză a motorului, aditivul F-310 reduce şi consumul de benzină cu 5 — 21 %.

***** Conducta magistrală de ţiţei Eilat — Ashkelon din Israel.** În : Petroleum Times, 74, nr. 1 891, 13/27 febr., 1970 p. 16.

În luna decembrie 1969 s-a terminat construcţia conductei de ţiţei, cu diametrul de 42 in şi lungimea de 266 km, dintre portul Eilat din Golful Aquaba din Marea Roşie şi portul mediteranian Ashkelon, de pe teritoriul statului Israel. Conducta a intrat în proba de presiune.

Lucrările au durat circa un an (au început în al treilea trimestru 1968), iar ţevile au fost livrate de R.F. a Germaniei. Capacitatea iniţială de transport este de 10—20 mil. t/an, urmînd ca în viitor ea să fie triplată, prin adăugarea a încă două staţii de pompe (60 mil. t/an).

La începutul lunii februarie a. c., ţiţeiul a început să curgă prin această conductă. Ţiţeiul este adus cu super-petroliere la Eilat şi, după alimentarea rafinăriilor proprii, este distribuit cumpărătorilor de pe piaţa europeană.

Pentru asigurarea aprovizionării conductei, flota de nave petroliere israeliene va fi mărită la 19 vase, dintre care trei vor fi de tipul mamut (două dintre ele sînt în construcţie la Rotterdam). Conducta a fost construită de concernul israelian Mecorat şi costă aproximativ 65 mil. £, în afară de staţiile de pompe, care au fost construite de firme franceze, la preţul de 6 mil. $.

Capacitatea actuală de prelucrare a Israelului este de 6 mil. t/an, în urma extinderii rafinăriei de la Haifa. O nouă rafinărie va fi construită la Ashdod, localitate situată la 16 km nord de Ashkelon. Capacitatea ei va fi de 2,7 — 3 mil. t/an, iar costul a fost evaluat la 37,6 mil. $. Intrarea în funcţiune este prevăzută pentru anul 1973. Capacitatea acestei rafinării va fi mărită pînă la 5 mil. t/an.

Scopul construcţiei conductei Eilat-Askelon este înlocuirea canalului de Suez, care este închis din iunie 1967.

Gigantismul în construcţia conductelor de transport. În : L'industrie du pétrole en Europe, nr. 405, ian-febr. 1970, p. 59 — 61.

Reţeaua europeană actuală de conducte pentru distribuţia gazelor — care se întinde pe cîteva mii de kilometri şi cuprinde diametre între 250 şi 1 060 mm, tinde să se dezvolte într-un ritm rapid în anii următori. Diametrul arterelor principale se presupune că va fi de ordinul 1 200 mm, care poate fi realizat prin mijloacele convenţionale în ceea ce priveşte fabricarea şi pozarea ţevilor. Lăsînd la o parte centrele de producţie europene şi porturile pentru descărcarea tancurilor metaniene, această reţea va fi probabil racordată la marile conducte continentale care vor veni din U. R. S. S., Orientul Mijlociu sau din Africa de nord şi, care, vor trebui să fie prevăzute pentru o mare capacitate de transport pentru satisfacerea consumului în continuă creştere. Ele vor necesita, prin urmare, diametre foarte mari, şi anume între 2 000 şi 2 500 mm, care — în urma cercetărilor tehnico-economice efectuate în U. R. S. S. — prezintă un deosebit interes. Într-adevăr, la o capacitate de transport echivalentă şi pentru aceeaşi presiune de lucru, diametrul de 2 500 mm corespunde unui număr de şapte conducte de 12 000 mm, iar economia de investiţie este de 40 %. Rămîne, însă, de văzut dacă construirea acestor conducte gigantice prin ţinuturi cu populaţie densă şi cu relieful accidentat — care necesită lucrări anexe foarte importante — nu va ridica dificultăţi care să modifice profund economia generală a proiectului. Această tendinţă în construcţia conductelor de gaze se datorează interesului pe care ţările din Europa de vest îl au faţă de proiectele U. R. S. S. de a mări capacitatea de transport la 700 miliarde m^3/an în 1980.

Gigantismul conductelor de gaze se va întinde în curînd şi în domeniul conductelor de ţiţei, unde diametrele nu depăşesc astăzi 1 000 mm, iar cantităţile transportate nu întrec 60 mil. t/an. Este însă de aşteptat ca transportul ţiţeiului din Alaska, Africa de nord sau Orientul Mijlociu să se efectueze pe conducte de 1 220 mm, cu un debit de 100 mil. t/an. Un calcul energetic sumar arată că o conductă de 1 200 mm poate transporta o cantitate de ţiţei echivalentă din punct de vedere caloric, cu cantitatea de gaze livrată de o conductă de 2 500 mm.

Metodele clasice pentru fabricarea ţevilor prin îndoirea şi sudarea longitudinală a tablelor nu pot fi, însă, utilizate decît pînă la diametrele de 1 200 — 1 400 mm. Ţevile de 2 500 mm vor fi confecţionate fie în tub spiral, ca unul sau mai multe straturi, fie prin asamblarea virolelor de 3 m lungime, cu suduri longitudinale decalate.

Grosimea acestor ţevi din oţel cu rezistenţa de 60 — 70 kg/mm^2 va fi de 18,5—21,5 mm, iar greutatea de 1 140—1 320 kg/m. Practic, limita superioară a diametrelor şi lungimea ţevilor vor fi determinate de posibilităţile de transport şi de manipulare : o ţeavă cu ∅ 2 500 mm şi lungimea de 12 m care cîntăreşte 15 t, poate fi uşor încărcată, dar manevrele de descărcare, transportul pe şantier şi pozarea sînt operaţii mult mai dificile. Rigiditatea longitudinală a unei conducte cu ∅ 2 500 mm este prea mare ca să poată urma variaţiile frecvente ale profilului sau schimbările mari de direcţie. Curbarea la rece este, de asemenea, imposibilă. Construcţia acestor conducte va fi, prin urmare, extrem de costisitoare, necesitînd timp îndelungat, mîna de lucru numeroasă şi deschiderea unui mare număr de şantiere pe traseu, pentru păstrarea cadenţei de pozare şi reducerea timpului de lucru şi a cheltuielilor. În privinţa puterii staţiilor de pompare sau de comprimare — admiţînd un interval de 80 — 100 km între staţii — calculul arată puteri de 30 000 — 40 000 kW pentru staţiile de pompare a ţiţeiului pe conductele pînă la ∅ 1 400 mm şi de 100 000 kW pentru conductele de gaze de mari diametre. Puterile actuale ale grupurilor, şi anume de 3 000 kW pentru moto-pompe şi de 10 000 kW pentru moto-compresoare, vor atinge între 10 000 şi 15 000 kW pentru pompe şi 30 000 — 40 000 kW pentru compresoare. Realizarea turbinelor de peste 30 000 kW pentru compresoare este încă în studiu în uzinele din U. R. S. S.

Pentru materialele anexe, cum sînt vanele de închidere şi cele pentru reglarea presiunii, vor fi necesare studii de elaborare a unor noi modele. Celelalte aparate şi instrumente necesare, nu vor fi influenţate de dimensiunile conductei. În schimb, exploatarea va fi complexă şi va necesita calculatoare electronice.

* * * **Planuri pentru 1973 în Algeria.** În : Petroleum Press Service **XXXVII,** nr. 1, ian. 1970

Obiectivele incluse în planul cuadrienal de dezvoltare a Algeriei (1970 — 1973) prevăd o creştere a producţiei de petrol de la 46 mil. t, în 1969, la 65 mil. t în 1973, deci cu 40 %. Pentru producţia de gaze naturale, se prevede în 1973 cifra de 6 miliarde m^3, deci cu 160 % mai mult decît în 1969 (2,5 miliarde m^3). Producţia de rafinate se va dubla (4 mil. t în 1973, faţă de 2 mil. t în 1969). Producţia de G N L se va mări în acest interval de 12 ori, de la 85 000 t la 1,1 mil. t, iar producţia de lubrifianţi va marca un început, ajungînd la 50 000 t/an, în 1973.

Pentru realizarea acestui plan, o creştere de 15 mil. t a producţiei de ţiţei provine din zăcămîntul de la Hassi Messaud, iar restul din noi zăcăminte. Pînă în prezent, în primele zece luni ale anului 1969 s-au descoperit zăcăminte cu o producţie potenţială de 3 mil.t/an. Zăcămîntul de la Hassi Keskessa are o capacitate de 1 mil. t/an (50 mil. t rezerve ; cel de la Tin Fouyé o producţie potenţială de 1,65 mil. t (150 mil. t rezerve), iar cel de la Guellala o capacitate estimată la 0,4 mil. t (rezerve 15 mil. t). Se pare, de asemenea, că ultima descoperire în concesiunea de la Oued Noumer, la 30 km sud de Ghardaia şi numai la 10 km de conducta de ţiţei spre Arzew, este foarte promiţătoare. Primul puţ, forat în 1969, a găsit importante cantităţi de gaze umede, iar cel de-al doilea a întîlnit un zăcămînt de petrol cu caracteristici foarte bune.

Mărirea producţiei de gaze naturale pare să corespundă realităţii, deoarece Algeria are încheiate în prezent contracte importante de export de gaze naturale. De asemenea, obiectivul de creştere a produselor rafinate poate fi atins, deoarece intrarea în funcţiune a noii rafinării de la Skikda este prevăzută pentru anul 1972.

Investiţiile în explorare în Algeria au crescut de la 82 mil. dinari, în 1966, la 408 mil. dinari, în 1969, contribuţia Algeriei fiind, respectiv de 90 şi de 280 mil. dinari. Aceste investiţii au avut ca rezultat descoperirea de noi rezerve de 499 m mil. t, cu o capacitate de producţie anuală de 7,3 mil. t ; explorările vor continua şi în anii următori.

C a l v i n, W. B. **Ce este nou în explorare.** În: World Oil, 1969, nr. 7, dec. 1969, p. 21 — 22

Vasul de foraj Glomar Challenger a efectuat a şaptea serie de lucrări acoperind zona de ocean de la Guan la Honolulu. În acest timp s-au săpat şapte găuri pe fundul oceanului, cea mai adîncă în apă de 6 230 m adîncime, pătrunzînd 985 m în teren sub fundul mării. Descoperirile făcute includ :

— O cunoaştere mai precisă asupra vitezei de depunere a sedimentelor pe fundul oceanelor — aceste viteze fiind de la 0,5 — 36,5 m într-un milion de ani.

— Determinarea vîrstei rocilor în zonele forate.

— O îmbunătăţire a determinării rocilor prin microfosile.

— Un orizont puternic reflector seismic corespunde aceleiaşi vîrste geologice şi, deci, poate fi urmărit pe suprafeţe mari.

— Evidenţa de activitate vulcanică intensă în zonele de apă adîncă.

— Schimbări de adîncime a fundului mării în apropierea unor insule.

M o i l l i e t, J. L. **Dispersarea straturilor de păcură de pe suprafaţa mării cu ajutorul agenţilor emulsionanţi**

Distrugerea unui strat de păcură răspîndit pe suprafaţa mării se poate realiza prin transformarea păcurii într-o emulsie foarte fină, care se dispersează uşor şi este astfel digerată de microorganismele prezente în apa mării.

Agentul emulsionant utilizat trebuie să îndeplinească următoarele condiţii :

1) să poată forma uşor o emulsie de tipul ulei-în apă ;

2) să nu distrugă microorganismele sau alte forme de viaţă marină ;

3) să fie eficient şi economic.

Prima condiţie este însă imposibil de realizat, din cauza cantităţii enorme de emulsionant necesar. Acesta va fi diluat continuu de apa mării, emulsia se va dezagrega, iar stratul de păcură se va separa din nou la suprafaţa mării. În locul agentului emulsionant solubil în apă este, deci, necesar să se folosească un agent solubil în produsul petrolier şi insolubil în apa de mare. Cercetările au arătat însă că emulsionanţii care satisfac aceste condiţii formează, în general, emulsii de tipul apă-în ulei, a căror dispersare este mult mai dificilă decît o emulsie ulei-în apă. Aceasta din cauza fenomenului de „curbare" a suprafeţelor interfaciale ale fazelor în prezenţă. Teoretic nu s-a putut încă explica, în mod satisfăcător, acest fenomen care are loc la utilizarea unor anumiţi agenţi emulsionanţi. El este, probabil, determinat de aşezarea moleculelor individuale în straturile moleculare. S-a emis astfel părerea că emulsia de tip ulei-în apă este, totuşi, preferabilă celei de tip apă-în ulei şi s-a căutat să se obţină o emulsie de tip ulei-în apă cu o curbură interfacială corectă, prin adăugarea unor grupe hidrofile la structura hidrofobă a unui emulsionant, mai înainte ca acest agent să devină prea solubil în apă. S-au folosit în acest scop derivaţii polythenoxizi de tipul general $R(OC_2H_4)_nOH$, în care R este grup hidrofob, deci cu afinitate pentru produsul petrolier, iar grupul $(OC_2H_4)_nOH$ este hidrofil. Afinitatea pentru apă a acestui grup creşte o dată cu creşterea lui n. Grupul R este „slab" din punct de vedere biologic şi poate fi uşor distrus de microorganisme. Pentru o anumită valoare a lui n, cercetătorii au reuşit să prepare o emulsie din ţiţei de Kuwait în apa de mare, dizolvînd mai întîi agentul emulsionant în ţiţei, şi apoi amestecîndu-l cu apă. Încercările efectuate au arătat că emulsionantul nu poate fi extras după nenumărate diluări cu apa de mare, ceea ce înseamnă, practic, că emulsia rămîne stabilă, oricît de mare ar fi diluarea. Agentul emulsionant este foarte puţin toxic şi nu constituie pericol pentru flora şi fauna marină. Emulsia este solubilă în izopropanol şi se prepară sub numele de Dispersie — OS. Rezultatele încercărilor pe suprafaţa mării, la scară largă, vor fi cunoscute ulterior.

SCURTE ȘTIRI

INA a descoperit țiței în Iordania de est

Societatea de stat iugoslavă INA a obținut indicații sigure în legătură cu existența țițeiului în Iordania de est, pe baza forajelor de explorare executate în acea regiune pe o concesiune de 16 150 km², obținută de la statul iordanian.

★

Restabilirea producției de țiței în Nigeria

Producția de țiței a Nigeriei a atins deja un nivel care depășește cu 50% pe cel dinainte de război. Guvernul a lansat cereri de oferte pentru acordarea de noi perimetre de exploatare, în zonele marine. Un număr de șase societăți petroliere vor începe să pună în producție zăcămintele descoperite înainte de începerea războiului.

★

Producția de țiței și de gaze a R. P. Polone în 1969

În 1969, producția proprie de țiței a R. P. Polone a fost de 438 500 t (−7,6% față de 1968).

Rafinăriile au prelucrat 6,8 mil. t țiței (+19,8%).

Producția de gaze naturale a fost de 3,9 mrd. m³ (+53,2%).

★

Un nou tip de sapă de foraj cu jet

În U.R.S.S., inginerul sovietic Mihail Tsiferov a realizat o nouă sapă de foraj cu jet de gaze, care a obținut la probele făcute în roci cu duritatea medie o viteză medie de foraj de 4 m/s, săpînd peste 3 500 m fără ca sapa să fi fost extrasă. Detritusul este adus la suprafață de către fluxul gazelor arse. Acest tip de sapă este cu 92,5% mai ieftin decît tipul de sape obișnuite cu jet.

★

Intrarea în funcțiune a celei mai lungi conducte magistrale de gaze din U.R.S.S.

În ianuarie 1970 a intrat în funcțiune conducta magistrală de gaze de 40 in diametru, Jefremarka-Dikanka-Kiev-Karsilov, în lungime de 765 km, cu o capacitate de transport de 175 mil. m³/zi.

Conducta evacuează gazele naturale produse în bazinul Dniepru-Don și în regiunile carpatice către Kiev, Dniepropetrovsk, Poltava, Cercasti, Cernigov și Tarnopol. Din această conductă magistrală pleacă 16 conducte de ramificație, fiecare în lungime de 30 — 70 km.

★

Proiectul conductei de țiței Irak — Mediterana

Proiectul a fost aprobat de Societatea de stat INOC (Irak National Oil Co), pentru construcția unei conducte de 48 in diametru, în lungime de 1 250 km, cu o capacitate de 50 mil. t/an țiței și șase stații de pompare, din Rumelia de nord către coasta Mediteranei.

Costul lucrării este de 150 mil. dinari irakieni. Portul de la Marea Mediterană n-a fost încă precizat. Acest proiect a anulat proiectul inclus în acordul sovieto-irakian din iulie 1969 privitor la construcția unei conducte între Rumelia și portul mediteranian Nord-Fao (capacitate inițială 5 mil. t/an, mărită apoi la 18 mil. t/an, cu termen de punere în producție în 1972), deoarece portul Fao nu poate primi nave peste 3 000 tdw.

★

Conducta de țiței de la Suez la Alexandria

Guvernul R.A.U. și consorțiul francez SOCEA urmau să semneze un contract pentru construcția conductei de țiței denumită Sumed, care ocolește canalul de Suez. Conducta, în lungime de 331 km, va avea diametrul de 42 in, costul construcției urcîndu-se la 175 mil.$ Finanțarea va fi făcută de Franța, Italia, R. F. a Germaniei, Kuwait, Olanda și Societatea Pan-American Petroleum.

★

Contract irakiano-italian în valoare de 60 mil.$ pentru construcția unei conducte de țiței

Societatea de stat irakiană Irak National Oil Co. (INOC) a încheiat cu firma italiană COSINT un contract în valoare de 60 mil. $, pentru construcția unei conducte de țiței între Basrahși-Bagdad, precum și a unei uzine de materiale plastice.

INOC va livra în schimb cîte 1 mil.t/ani țiței, timp de șase ani.

★

Construcția unor noi conducte de gaze în S. U. A.

Societatea Transcontinental Gas Pipeline va construi o rețea nouă de conducte pentru gaze în zece state din S.U.A., cu diverse stații pentru comprimarea gazelor, în valoare de 74 mil.$, care va intra în funcțiune la începutul anului 1971.

★

Punctul de vedere oficial al Canadei cu privire la construcția de țiței trans-Alaska

Ministerul Lucrărilor Publice din Canada a făcut cunoscut că, pe baza considerațiilor economice, țițeiul din Alaska va fi transportat în centrul teritoriului S. U. A. printr-o conductă care va traversa delta fluviului Mackenzie, spre Edmonton. Conducta va avea diametrul de 48 in și va costa circa 1 600 mil.$. La Inuvik, în Canada, se fac cercetări pe o conductă cu diametrul de 48 in și lungimea de circa 3 km, pentru a se determina efectul diferitelor temperaturi asupra pompării țițeiului, precum și impactul ecologic al conductei.

★

Începerea construcției conductei de țiței trans-Panama

În luna iulie 1970, va începe construcția conductei de țiței care va lega Atlanticul cu Pacificul, traversînd istmul Panama. Conducta va avea diametrul de 30 in, va costa 80 mil.$, și va fi pusă în funcțiune la începutul anului 1973. Conducta va transporta țițeiul din Alaska și din regiunile petroliere ale Americii de Sud, situate pe coasta Pacificului. La fiecare cap al conductei se va construi o stație terminală pentru nave petroliere de 120 000 tdw.

★

Cea mai modernă rafinărie din Europa

Societatea Mobil A. G., din R. F. a Germaniei, a construit în localitatea Woerth o rafinărie cu o capacitate anuală de 3,5 mil. t, care poate fi extinsă la 5 mil. t/an și care este considerată cea mai modernă rafinărie din Europa. Construcția a fost încredințată firmei Ralph M. Parsons din Frankfurt. Instalațiile se află în probe, întreaga rafinărie urmînd să intre oficial în funcțiune în iunie 1970.

★

Construcția unei rafinării de 6 mil. t/an în R. P. Bulgaria

Noua rafinărie va fi construită la Jasen și va intra în funcțiune în anul 1975, ridicînd capacitatea de prelucrare a R. P. Bulgaria la 12 mil.t/an. Aprovizionarea cu țiței a noii rafinării se va face printr-o conductă care pleacă din portul Șabla, de pe coasta Mării Negre.

În 1975, R. P. Bulgaria va fi aprovizionată cu 10 mil. t/an țiței din U.R.S.S. și cu 2 mil. t/an din Irak.

★

Proiectul rafinăriei Shell-Lipeteo din Libia

Rafinăria, proiectată de Societatea Sirtica-Shell și de întreprinderea de stat libiană Lipetco, cu o capacitate de 2 mil. t/an, va fi construită la vest de Tripoli, lucrările urmînd să înceapă peste cîteva luni.

Totodată, s-a decis ca instalația pentru fabricarea negrului de fum, proiectată

de asociația Ashland Oil and Refining împreună cu Lipetco, să fie construită între Bengazi și Agedabia. Costul acestei instalații va fi de 5 mil. $.

*

Oferte pentru construcția unei rafinării în Arabia Saudită

Agenția de stat petrolieră Petromin a cerut oferte pentru construcția unei rafinării cu o capacitate de prelucrare de 750 000 t/an, la Riyad. Fondurile necesare, care se ridică la 22 mil. $, vor fi furnizate de capitalul particular indigen, iar alimentarea rafinăriei se va face cu țițeiul extras din zăcămîntul Khurias, exploatat de societatea petrolieră Aramco.

*

Importul iugoslav de petrol din U.R.S.S.

Societatea de stat iugoslavă INA (Industria Nafte) a încheiat un acord cu Soiuzneftexport, prin care prima va importa din U.R.S.S. 1,3 mil. t țiței, 400 000 t combustibil, 150 000 t GPL și 50 000 t lampant.

*

Prețul gazelor naturale sovietice pentru Italia

Întreprinderea de stat italiană ENI a anunțat prețul gazelor cumpărate din U.R.S.S., și anume: 8,60 lire (1,376 centa) per m³ la frontiera italo-austriacă.

Austria plătește 9,42 lire (1,507 cent) pentru gazele cumpărate din U.R.S.S., dar se subliniază că Austria nu a livrat țevi pentru conducte către U.R.S.S.

*

Prețul țițeiului din Libia va fi majorat

Guvernul libian a început tratative cu fiecare societate petrolieră în parte, pentru majorarea prețului afișat, care actualmente este de 2,21$/baril. Majorarea este motivată de calitatea superioară a țițeiului libian, care are un conținut redus de sulf, precum și de apropierea piețelor de consum.

*

Societate franco-iugoslavă de „engineering", creată în R.S.F. Iugoslavia

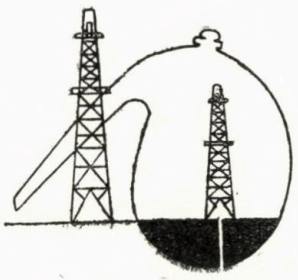
Grupul francez de inginerie Technip și două firme iugoslave (Hena și Ergoinvest) au înființat la Sarajevo, o filială comună, denumită Petroinvest, pentru inginerie, consultații și construcții în domeniul rafinajului, al petrochimiei și al chimiei grele. Prima sa lucrare este construirea unor noi instalații de distilare în vid și de deparafinare la rafinăria din Modrica. Mai tîrziu, Petroinvest va activa și în exterior.

*

Rafinării plutitoare

Guvernul francez a aprobat proiectul construirii unei insule plutitoare în largul oceanului Atlantic, la 16 mile depărtare de portul Le Hâvre. Pe această insulă se va instala o stație de descărcare în tancuri mai mici, care pot intra în portul Le Hâvre, a țițeiului transportat cu supertancuri. Pe aceeași insulă se va construi și o rafinărie pentru prelucrarea unei cantități de 70 000 bari c/zi de țiței. Întregul proiect va fi terminat în 1975 — 1976.

În același timp, Ministerul Comerțului și al Industriei din Japonia studiază un proiect pentru instalarea unei rafinării pe un supertanc de țiței, care va naviga împreună cu un tanc petrolier obișnuit. Ambele vase vor încărca țițeiul în porturile țărilor producătoare, iar în cursa de întoarcere în Japonia, rafinăria flotantă va prelucra încărcăturile, astfel încît tancurile vor descărca produsele în porturile de plecare.



Revista PETROL ȘI GAZE organ al Ministerului Petrolului și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sectorul I, telefon 14.72.10./130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, telefon 14.72.10/176 Bd Nicolae Bălcescu, nr. 16, cont 640 301—14, Banca Națională a Republicii Socialiste România, Filiala Sector I, București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8.
Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D. G. P. nr. 10/50/1968

Lei 8

I. P. I.—c. 5420

14330

Faites la publicité de vos produits dans la prese roumaine de spécialité

par

PUBLICOM

AGENCE
ROUMAINE
DE PUBLICITÉ

22, Bd. N. Bălcesco
Bucarest — Roumanie
Téléphone : 15.24.29 — 15.12.99
Adr. Télégr. : PUBLICOM
Bucarest

RÉCLAME

- *Moderne*
- *Frappante*
- *Efficiente*

adressée au marché roumain en pleine évolution

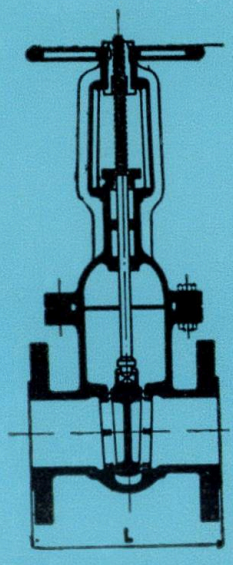
DE CE RAIMONDI?

Pentru că

prin experienţa noastră de peste 40 de ani, ne-am specializat în domeniul construcţiei de supape

Pentru că

datorită nivelului calitativ superior este greu să se găsească supape mai bune pe piaţă



Pentru că

avem o gamă largă de produse care cuprind vane de pînă la 60 ţoli conform normelor ASA, API, UNI şi DIN, precum şi supape fluture de pînă la 3 m.
(Cereţi cataloagele noastre complete aduse la zi)

Pentru că

prin organizarea noastră eficientă putem examina şi rezolva cu uşurinţă toate problemele Dvs.

Pentru că

prin termenele noastre de livrare foarte scurte vă putem garanta că toate supapele de uz curent se află pregătite în depozit

Pentru că

prin preţurile noastre vă putem prezenta oferte capabile să facă faţă oricărei concurenţe

Vizitaţi-ne!
Veţi găsi 700 de persoane la dispoziţia Dvs.

OFFICINE FONDERIE
CARLO RAIMONDI 8 C. ş.a
20145 Milano — Via Prati, 9 (Italia)

1970 AUG 26

ТЕХМАШЭКСПОРТ · TECHMASHEXPORT ·

V/O TECHMASHEXPORT

oferă

PENTRU RAFINĂRII
ȘI CONDUCTELE DE ȚIȚEI

VANE — ROBINETE CU VENTIL — CLAPETE — OALE DE CONDENS

PENTRU DIVERȘI PARAMETRI:

T — pînă la 600°C, P — 16 la 160 kg/cm² din diferite materiale:
oțeluri carbon, crom-molibden, crom, fontă cenușie, maleabilă,

CALITATE GARANTATĂ

Exportator: V/O TECHMASHEXPORT, 35 str. Mosfilmovskaia
MOSCOVA V—330 U.R.S.S. Telex — 256

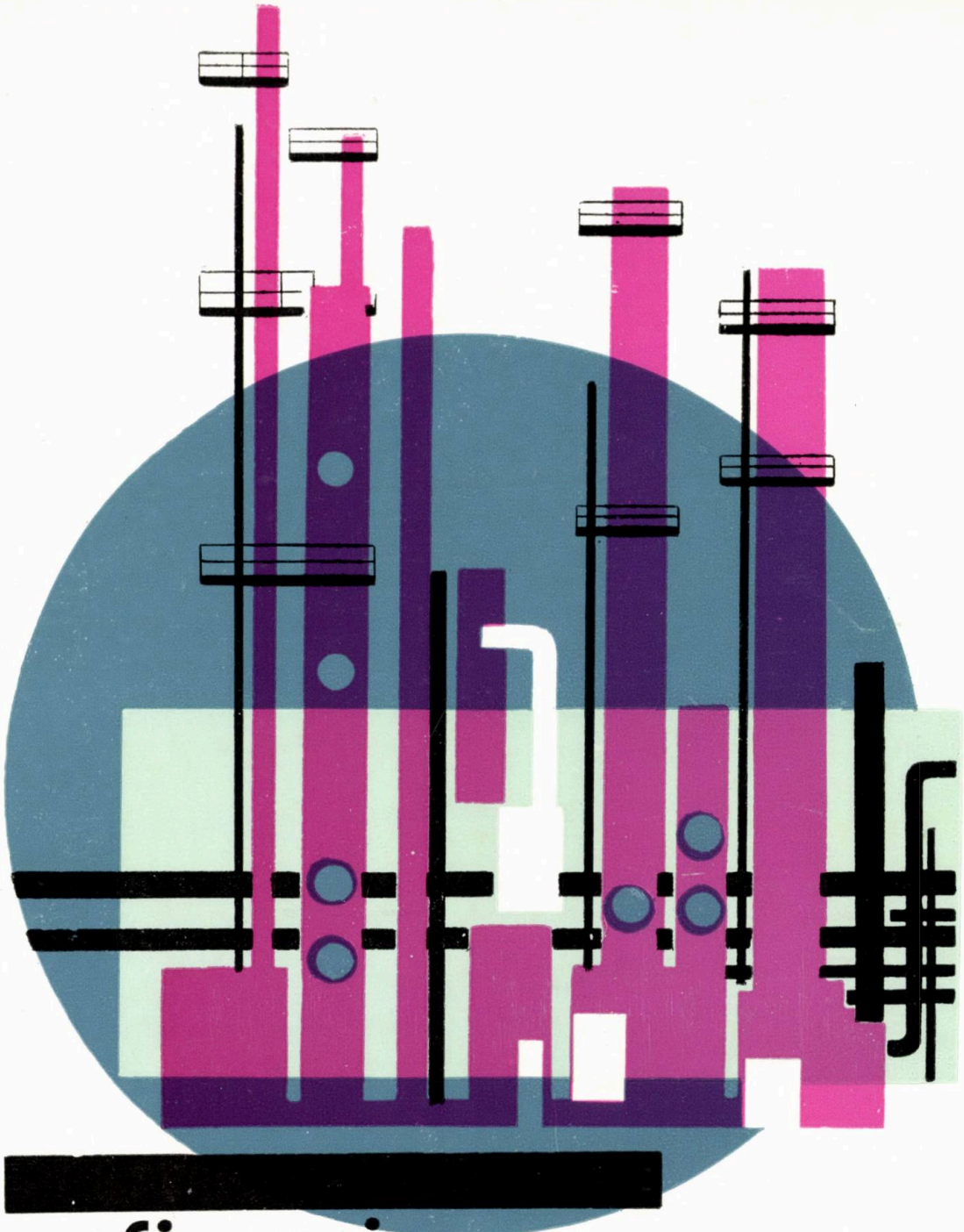
PUBLICOM

E 1445

AUGUST 1970
Vol. 21 p. 441—504
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

PETROL ȘI GAZE

8



rafinaria PLOIEȘTI

Rafinăria Ploiești fabrică ulei de transformator Tr. 30 corespunzător celor mai exigente condiții calitative impuse de piața străină: V.D.E., British Standard.

Datorită faptului că se obține din țițeiuri selecționate, prin procese de rafinare adîncă, uleiul posedă calități superioare în ceea ce privește stabilitatea termică și constantele dielectrice, asigurînd o funcționare îndelungată a transformatorului în condiții de climat foarte variat.

S-au introdus în fabricație două sortimente de uleiuri albe tehnice de calitate superioară similare celor mai bune produse din străinătate.

Datorită calităților sale, uleiul alb ușor CRISTAL este folosit cu succes la fabricarea polietilenei, avînd rolul de eluent al inițiatorilor de polimerizare ai etilenei.

E1445

VOL. XXI. Nr. 8
august 1970

PETROL și GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacția: Bd. N. Bălcescu, 16 • Telefon 16.78.78 • BUCUREȘTI • ROMÂNIA

CUPRINS

⁂ **Dezvoltarea industriei de petrol și gaze în anii construcției socialiste** 447—449

R. Mutiu și A. Bădăluță: **Prezența decapodelor anomure și dromiacee în calcarele tithonice din Platforma Moesică** 450—455

O. Peța: **Metodă de calcul al necesarului de prăjini de foraj** 456—460

G. Manolescu: **Forme particulare ale ecuațiilor echilibrelor de fază cu aplicații în problemele conductelor magistrale de gaze** 461—464

O. Ungureanu, Tr. Măntulescu și Fr. Amann: **Controlul punctului de rouă al hidrocarburilor din gazele cu condensat** 465—467

E. Tottolo: **Determinarea construcției optime a coloanelor de tubaj cu ajutorul unui calculator electronic de birou** 468—473

C. Creangă și C. Mihul: **Studii asupra naturii chimice a țițeiurilor din zăcămintele românești de petrol** 474—485

M. Wagner, G. Stejaru, V. Dodon și A. Roncea: **Aprecierea bitumurilor după metoda Rostler** 486—488

Gr. Andreescu și Caşin Popescu: **Rășinile sintetice în industria construcțiilor specifice economiei petrolului** 489—494

NOTE TEHNICE 495—497

DOCUMENTARE 497—499

SCURTE ȘTIRI 500—503

RECENZII 503—504

Fotografia de pe coperta I reprezintă
o instalație Lurgi

COMITETUL DE REDACȚIE
Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. Gh. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, econ. E. MAREȘ, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. Gh. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUȘCOIU, ing. N. ROȘCA, ing. N. STOIANOV, ing A. ZBEREA, ing. Gh. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ
Redactor
ing. **Aurelia Buricatu**

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

rafinaria TELEAJEN

RAFINĂRIA TELEAJEN PRODUCE LICHIDE PENTRU PROTECȚIA ANTICOROSIVĂ ȘI CONSERVAREA PIESELOR METALICE, C. 1, ȘI C. 2, SIMILARE CELOR MAI BUNE PRODUSE DIN STRĂINĂTATE.

POT FI FOLOSITE ÎN CONDIȚII DE CLIMAT TEMPERAT ȘI TROPICAL ASIGURÎND PROTECȚIA ȘI CONSERVAREA PENTRU O PERIOADĂ DE MINIMUM UN AN. PREZINTĂ AVANTAJUL CĂ POT FI ÎNDEPĂRTATE CU UȘURINȚĂ PRIN SIMPLĂ SPĂLARE CU PETROL, WHITESPIRIT SAU BENZINĂ.

CONTENTS

*** **The development of the oil and gas industry during the socialist construction** 447—449

R. Muţiu, A. Bădăluţă : **The presence of anomure decapods and dromiaceae in tithonian limestones from the Moesian platform.** 450—455

O. Peţa : **The methodology for calculating the necessity of drill pipes.** 456—460

G. Manolescu : **Particular forms of phase equilibrium equations with applications to main gas lines.** 461—464

O. Ungureanu, Tr., Măntulescu, Fr. Amann : **The control of the dew point of a hydrocarbons from gases with condensate.** 465—467

E. Tottolo : **Determining the optimum construction of casing strings by means of a desk electronic computer.** 468—473

C. Creangă, C. Mihul: **Studies concerning the chemical nature of crude oil in the Romanian oilfields.** 474—485

M. Wagner, G. Stejaru, V. Dodon, A. Roncea : **Appreciation of the bitumens by means of Rostler's method** 486—488

Gr. Andreescu, Caşin Popescu: **Synthetic resins specific for the building industry in oil economy.** 489—494

R. Muţiu, A., Bădăluţă : **The presence of anomure decapods and dromiaceae in tithonian limestones from the Moesian platform**

The assemblage of anomure decapods and dromiaceae in tithonian limestones is recorded in the Ghergheasa region in the northeastern part of the Moesian platform. The fauna examined includes four known species : Galathea striata (Remés), Pithonoton marginatum Meyer, P. bidentatum (Reuss), Longodromites angustus (Reuss), and two new species : Galathea (Palaeomunida) moesica n. sp., Longodromites bicornutus n. sp.

The assemblage determines the age of the Ghergheasa limestones as tithonian, respectively the terminal part of the Lower Tithonian — Upper Tithonian (pars).

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 450
D.C. 551.782

O. Peţa. **The methodology for calculating the necessity of drill pipes**

The author describes the analytical method for calculating the drill-pipe patrimony of a drill enterprise, the annual and specific consumption of drill-pipes and its specific patrimony.

He also analyses the utilization coefficient of drill-pipes.

All these elements were calculated depending on the annual drilling plane, the medium depth of the drilling wells, the commercial speed and a series of para meters expressed as coefficients.

These relations permit to observe the elements which exert a favourable or unfavourable influence on the volume of available equipment.

An attentive study of the behaviour in time of the factors which compose these relations permits to reduce the volume of the drill-pipes and the cost price.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 456
D.C. 622.24.053.

E. Tottolo : **Determining the optimum construction of casing strings by means of a desk electronic computer**

The optimum wall thickness of casings from a whatever section of a casing string is made using the equation of the plasticity ellipse, which comprises the axial and tangential strains in casing walls, the specific weight of drilling fluid and the safety coefficients.

The manual calculus for solving the equation are time-consuming and difficult. It is therefore suggested to solve the equation by means of the electronic computer Olivetti Programma 101.

The additional strains due the cementing of casing strings and the appropriate correction of the profile is calculated with an electronic computer too.

In conclusion, the results of the calculus performed by means of the electronic computer are compared with those obtained by manual calculus.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 468
D.C. 622.245.1 :681.142—523.8

C. Creangă, C, Mihul: **Studies concerning the chemical nature of crude oil in the Romanian oilfields**

The results are discussed of previous researches [1—26] aiming at characterizing the chemical nature of crude oils contained in the Romanian oilfields from the five oil counties of Romania, ie. Oltenia, Piteşti, Central subcarpathian Wallachia, Moesic Platform and Moldavia. In the light of these chemical data obtained successively a general view is given which expresses both the specific characters of crude oils in Romania and their peculiarities as related to their geographic and geological origin.

In the first part of the paper for instance are presented the types of crude oils met with and their variety using to this end as a characterization means the ,,Carpatica'' classification method. The second part of the paper contains the data obtained from research work aiming at identifying and determining the individual hydrocarbons found in the fraction I.B.P. — 150°C of some crude oils representative for the oilfields considered, the ,,combined method" being used for this purpose. The paper reveals the found composition regularities.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 8, p. 474
D. C. 553.982 (498)

M. Wagner, G. Stejaru, V. Dodon, A. Roncea: **Appreciation of the bitumens by means of Rostler's method**

The Rostler method allows to fraction the bitumens in several groups of compounds and to estimate the behaviour of the bitumen in service, as a function of the quantitative ratio of the compound groups.

By the Rostler method, the Romanian bitumens were studied and compared to the foreign ones, and the conclusion was reached that the Romanian bitumens are comparable with foreign bitumens considered of good quality on a world level and even better.

Petrol şi Gaze, 21, 1970 nr. 8, p. 486
D,C. 665.45

СОДЕРЖАНИЕ

* * * **Развитие нефте-газовой промышленности в годы строительства социализма.** 447—449

Р. Муциу, А. Бэдэлуцэ: **Налучие аномурных и дромиатических десятиногих в титонских известняках Мизиской платформы** 450—455

О. Пеца: **Методика расчёта потребности в бурильных долотах** 456—460

Г. Манолеску: **Особые формы уровнении фазовых равновесии с применением к проблемам газовых магистралей** 461—464

О. Унгуряну, Т. Мынтулеску, Ф. Аманн: **Контроль точки росы у углеводородов из газов с конденсатом** . 465—467

Е. Тоттоло: **Определение оптимальной конструкции колонны обсадных труб при помощи электронного счётчика** 468—473

К. Крянгэ, К. Михул: **Изучения по химической породе нефтей из румынских нефтяных залежей.** 474—485

М. Вагнер, Г. Стежару, В. Дондон, А. Ронча: **Оценка битумов по методу Рёстлера** 486—488

Г. Андрееску, Кашин Попеску: **Синтетические смолы в промышленности специфических конструкции для нефтяного хозяйства** 489—494

Р. Муциу, А. Бэдэлуцэ: **Наличие аномурных и дромиатических десятиногих в титонских известняках Мизиской платформы.**

Указывается на объединение аномурных и дромиатических десятиногих в известняках титона в северо-восточной части Мизиской платформы область Гергяса. Обследованная фауна содержит четыре известных вида (Galathea striata (Remes), Pithonton marginatum Mayer, bidentatum (Reuss), Longodromites angustus (Reuss) и два новых вида (Galathea (Palaeomunida moesica n. sp., Longodromites bicornutus n. sp). Упомянутое объединение устанавливает что возраст известняка из Гергяса является титонским, соответственно, конечная часть нижнего титона — верхнего титона (pars).

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8,p. 450
Д.К. 551.782

О. Пеца: **Методика расчёта потребности в бурильных долотах.**

Излагается аналитический метод расчета наличия буровых долот для бурового предприятия, годовой расход буровых долот, удельный расход и удельный запас буровых долот. Анализируется также коэффициент использования долот из наличия предприятия. Все эти элементы расчитываются в зависимости от годового плана по бурению, средней глубины скважин, коммерческой скорости и ряда параметров материализированных при помощи коэффициентов. Эти отношения даны с тем, что-бы отметить какие элементы влияют положительно или отрицательно на объем дотационного оборудования. Внимательное наблюдение во времени факторов которые входят в состав этих отношений дает решения по уменьшению объема буровых долот и снижение себестоимости.

Petrol şi Gaze 21, 1970, nr. 8, p. 456
Д.К. 622.24.053

Е. Тоттоло: **Определение оптимальной конструкции колонны обсадных труб при помощи электронного счётчика**

Определение оптимальной толщины стенки обсадной трубы в каком либо разрезе колонны обсадных труб, делается применяя уравнение пластичного эллипса, который подвергается осьевым и касательным нагрузкам в стенках труб, удельный вес бурового раствора и коэффициенты прочности. Расчёты ручным способом по решению уравнения, очень затруднительны. Поэтому предлагается решать эти уравнения при помощи электронного счётчика Оливетти Программа 101. Добавочные нагрузки, благодаря цементации колонны и коррекции профиля, расчитывают также электронным счётчиком. В заключении сравнивают результаты расчётов проведенных электронным счётчиком, с расчётами произведенными ручным способом.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 468
Д.К. 622.245.1 :681.142—523.8

К. Крянгэ, К. Михул: **Изучения по химической породе нефтей из румынских нефтяных залежей**

Обсуждается ряд результатов [1—26] полученных в предыдущих исследованиях по характеристике химической породы нефтей находящихся в румынских месторождениях из пяти нефтяных зон страны: Олтения, Питешть, центральная подкарпатская Мунтения, Мизиская платформа и Молдавия. Воспроизведение этих химических данных полученных последовательно дает общий ансамбль, который выражает специфический характер нефтей из Румынии, а также и их особенности в отношении географического и геологического происхождении. В первой части работы указывают на примерах, типы встречаемых нефтей и их разновидность, используя с этой целью как средство по характеристике классификационный метод „Карпатика''. Вторая часть работы относится к данным полученным в исследованиях по распознаванию и дозированию индивидуальных углеводородов содержащихся в фракции 1—150° С ряда показательных нефтей для изучаемых залежей. Для этой последней цели применяли „Комбинированный метод''

В работе отмечаются обнаруженные закономерности состанов,

Petrol şi Gaze ,21, 1970, nr. 6, p. 474
Д.К. 553.982 (498).

М. Вагнер, Г. Стежару, В. Дондон, А. Ронча: **Оценка битумов по методу Рёстлера**

Метод Рёстлера позволяет фракционировать битумы на несколько групп составных и оценивать поведение битума в работе, в зависимости от количественного отношения групп компонентов. Методом Рёстлера изучали румынские битумы по сравнению с зарубежными и пришли к заключению что румынские битумы сравнимы с иностранными битумами, считающимися в мировом маштабе, хорошего качества, и даже превосходят их.

Petrol şi Gaze, 21, 1970. nr. 8. p. 486
Д.К. 665.45

INHALT

*** **Die Entwicklung der Erdöl-und Erdgasindustrie in den Jahren des sozialistischen Aufbaus.** 447—449

R. Muţiu, A. Bădăluţă : **Vorhandensein anomurer und dromiazäischer Dekapoden in dem tithonischen Kalkgestein der Moesischen Plattform** 450—455

O. Peţa : **Berechnungsmethodologie des Bedarfs an Bohrgestänge** 456—460

G. Manolescu : **Besondere Formen der Gleichungen für Phasengleichgewicht und deren Anwendung in Problemen der Gasüberlandleitungen.** 461—464

O. Ungureanu Tr, Măntulescu, Fr. Amann; **Kontrolle des Taupunkts der Kohlenwasserstoffe** 465—467

E. Tottolo : **Bestimmung der optimalen Bauweise der Rohrfahrt mit Hilfe eines elektronischen Bürorechners.** 468—473

C. Creangă, C. Mihul: **Untersuchungen der chemischen Beschaffenheit des Erdöls in den rumänischen Lagerstätten.** 474—485

M. Wagner, G. Stejaru, V. Dodon, A. Roncea: **Bewertung der Bitumen nach der Rostler-Verfahren.** 486—488

Gr. Andreescu, Caşin Popescu : **Kunstharze in der Bauindustrie für Erdölwirtschaft** 489—494

R. Muţiu, A. Bădăluţă: **Vorhandensein anomurer und dromiazäischer Dekapoden in dem tithonischen Kalkgestein der Moesischen Plattform**

Es wird auf die Association von anomuren und dromiazäischen Dekapoden in dem tithonischen Kalkgestein im Nordosten der Moesischen Plattform, im Gebiet von Ghergheasa hingewiesen. Die untersuchte Fauna umfasst vier bekannte Arten : Galathea striata (Remés), Pithonoton marginatum Meyer, P. bidentatum (Reuss), Longodromites angustus (Reuss) und zwei neue Arten : Galathea (Palaeomunida) moesis n. sp., Longodromites bicornutus n. sp.

Auf Grund der erwähnten Association wird das Alter des Kalksteins von Ghergheasa als tithonisch bewertet, bzw. in den letzten Teil des unter Tithons — oberen Tithons (pars) verlegt.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8 p. 450
D.K. 551.782

O. Peţa: **Berechnungsmethodologie des Bedarfs an Bohrgestänge**

Es wird ein analytisches Berechnungsverfahren für den Gestängebestand eines Bohrunternehmens, des Jahresverbrauchs an Gestänge, des spezifischen Verbrauchs und des spezifischen Bestands an Bohrgestänge dargelegt. Ferner wird der Nutzungskoeffizient an Gestänge im Bestand des Unternehmens analysiert.

All diese Elemente werden im Verhältnis zum Jahresplan der Bohrungen, der durchschnittlichen Bohrtiefe, der Betriebsgeschwindigkeit und einer Reihe anderer Parameter, die durch diese Koeffizienten ausgedrückt, werden berechnet.

An Hand dieser Relationen können die Elemente verfolgt werden die positiv oder negativ den Anlagenbestand beeinflussen. Eine genaue Untersuchung des zeitlichen Verhaltens dieser Faktoren ermöglicht die Auffindung von Lösungen zur Senkung des Bohrgestängebedarfs und des Selbstkostenpreises.

Petrol şi Gaze, 21, 1970 nr, 8, p. 456
D.K. 622.24.053

E. Tottolo : **Bestimmung der optimallen Bauweise der Rohrfahrt mit Hilfe eines elektronischen Bürorechners**

Die Bewertung der optimalen Wandungsdicke der Rohre in einem gewissen Abschnitt, erfolgt mit Hilfe der Gleichung der Plastizitätsellipse, die axiale und tangetiale Belastungen an der Rohrwandung, das spezifische Gewicht der Bohrflüssigkeit und die Sicherheitskoeffizienten in Betracht zieht.

Die von Hand durchgeführten Berechnungen sind langwierig. Aus diessem Grunde wird die Lösung der Gleichung mit einem Elektronenrechner Olivetti Programma 101 vorgeschlagen.

Die zusätzlichen Belastungen, infolge der Zementierung der Rohrfahrt und der damit im Zusammenhang stehenden Profilkorrektur werden ebenfalls mit einem Elektronenrechner ermittelt.

Abschlissend werden die, auf einem Elektronenrechner, mit den, von Hand erzielten Berechnungsergebnisse miteinander verglichen.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 468
D.K. 622.245.1.681.142—523.8

C. Creangă, C. Mihul: **Untersuchung der chemischen Beschaffenheit des Erdöls in den rumänischen Lagerstätten**

Es werden einige, in vorangehenden Forschungen [1—26], im Hinblick auf die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Erdöle aus den fünf Erdölzonen unseres Landes: Oltenia, Piteşti, Mittelmuntenien im Vorland der Karpaten, der Moesischen Plattform und der Moldau erörtert. Auf Grund dieser, aufeinanderfolgend erzielten Daten wird ein Überblick auf den spezifischen Character der Erdöle in Rumänien, wie auch ihrer Eigenschaften im Verhältnis zum geographischen und geologischen Ursprung geboten.

Im ersten Teil werden, an Hand von Beispielen, die anzutreffenden Erdölarten dargelegt, wofür als Kennzeichnungsverfahren die Klassifikationsmethode „Carpatica" angewandt wurde. Der zweite Teil bezieht sich auf die Forschungsergebnisse bei der Bestimmung der einzelnen Kohlenwasserstoffe in den Fraktionen i-150° C einiger repräsentativen Erdöle der betreffenden Lagerstätten. Zu diesem Zweck wurde die „kombinierte Methode "angewandt.

Die Forschung unterstreicht die beobachteten Kompositionsregelmässigkeiten.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 474
D.K. 553.982. (498)

M. Wagner, G. Stejaru, V. Dodon, A. Roncea: **Bewertung der Bitumen nach dem Rostler-Verfahren**

Das Rostler -Verfahren ermöglicht die Fraktionierung der Bitumen in einige Verbindungsgruppen und die Bewertung des Nutzverhaltens der Bitumen im Mengenverhältnis der Komponentengruppen.

Mit Hilfe des Rostler-Verfahrens wurden rumänische Bitumen einer vergleichenden Analyse mit ausländischen Bitumen unterzogen. Man gelangte zur Schlussfolgerung, dass die rumänischen Bitumen den ausländischen Produkten dieser Art gleichgestellt werden können. Auf Weltebene werden ihnen gute, ja sogar überlegene Qualitätseigenschaften zugeschrieben.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 486
D.K. 665.45

SOMMAIRE

* * * **Le développemennt de l'industrie du pétrole pendant les années de la construction socialiste** 447—449

R. Muţiu A. Bădăluţă: **La présence des décapodes anomures et des dromiacées dans les calcaires tithoniens de la Plateforme Moesienne** 450—455

O. Peţa : **La méthodologie du calcul du nécessaire en tiges de forage** 456—460

G. Manolescu : **Formes particulières des équations des équilibres de phase avec applications aux problèmes des conduites magistrales à gaz.** 461—464

O. Ungureanu, Tr. Măntulescu, Fr. Amann : **Le contrôle du point de rosée des hydrocarbures des gaz au condensé.** 465—467

E. Tottolo: **Détermination de la construction optimum des colonnes de tubage à l'aide d'un calculateur électronique de bureau.** 468—473

C. Creangă, C. Mihul, **Etudes sur la nature chimique du brut des gisements roumains de pétrole** 474—485

M. Wagner, G. Stejaru, V. Dodon, A. Roncea: **Appréciation des bitumes par la méthode Rostler.** 486—488

Gr. Andreescu, Caşin Popescu : **Résines synthétiques dans l'industrie des constructions spécifiques de l'économie du pétrole.** 489—494

R. Muţiu, A. Bădăluţă: **La présence des décapodes anomures et des dromiacées dans les calcaires tithoniens de la Plateforme Moesienne**

On signale l'association de décapodes anomures et des dromiacées dans les calcaires tithoniens de la région de Ghergheasa située dans la partie nord-est de la Plateforme Moesienne. La faune examinée comprend 4 espèces connues: Galathea striata (Remes),Pithonoton marginatum Meyer, P. bidentatum (Reuss), Longodromites angustus (Reuss) et 2 espèces nouvelles: Galathea (Palaeomunida) moesica n.sp., Longodromites bicornutus n. sp.

L'association établit l'âge des calcaires de Ghergheasa comme étant tithoniens respectivement, la partie terminale du Tithonien inférieur—Tithonien supérieur (pars).

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 450
C.D. 551.782

O. Peţa : **La méthodologie de calcul du nécessaire en tiges de forage**

L'auteur expose la méthode analytique pour le calcul du patrimoine de tiges de forage d'une entreprise de forage, la consommation annuelle de tiges, la consommation spécifique et le patrimoine spécifique de tiges.

On analyse aussi le coefficient d'utilisation des tiges appartenant au patrimoine de l'entreprise.

Tous ces éléments sont calculés en fonction du plan annuel de forage, de la profondeur moyenne des sondes, de la vitesse commerciale et d'une série de paramètres exprimés par des coefficients.

Ces relations permettent d'observer quels sont les éléments qui exercent une influence positive ou négative sur le volume des outillages en dotation.

L'observation attentive du comportement dans le temps des facteurs composants des relations exposées apporte des solutions pour la réduction du volume des tiges de forage et du prix de revient.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 456
C.D. 622.24.053.

E. Tottolo : **Détermination de la construction optimum des colonnes de tubage à l'aide d'un calculateur électronique de bureau**

La détermination de l'épaisseur optimum de la paroi des tubes de forage d'une section quelconque d'une colonne de tubage s'effectue en utilisant l'équation de l'ellipse de plasticité, laquelle comprend les sollicitations axiales et tangentielles dans les parois des tubes, le poids spécifique du fluide de forage et les coefficients de sécurité.

Les calculs manuels pour la solution de l'équation sont laborieux. C'est pourquoi on propose de résoudre l'équation à l'aide du calculateur électronique Olivetti Programma 101.

Les sollicitations supplémentaires dues à la cimentation de la colonne de tubes de forage et la correction appropriée du profil sont calculées par le calculateur électronique également.

En conclusion, on compare les résultats des calculs effectués à l'aide du calculateur électronique à ceux obtenus par calcul manuel.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 468
C.D. 622.245.1:681.142—523.8

C. Creangă, C. Mihul: **Etudes concernant la nature chimique des bruts des gisements roumains de pétrole**

On discute certains résultats [1—26] obtenus au cours des recherches entreprises précédemment en vue de caractériser la nature chimique des bruts contenus dans les gisements roumains de cinq zones pétrolières du pays, à savoir: l'Olténie, Piteşti, la Vallachie centrale, la Plateforme Moesique et la Moldavie. A la lumière de ces données chimiques obtenues successivement , on présente une vue d'ensemble qui exprime autant les caractères spécifiques des bruts de Roumanie, que leurs particularités par rapport à l'origine géographique et géologique.

Dans la première partie de l'article, on présente par exemple les types de brut rencontrés et leur variété, en utilisant à cet effet comme moyen de caractérisation la méthode de classification „Carpatica". La deuxième partie contient des données obtenues au cours de recherches touchant l'identification et le dosage des hydrocarbures individuelles, contenues dans la fraction 1 — 150°C de certains bruts représentatifs pour les gisements considérés, en utilisant dans ce brut la „méthode combinée".

L'etude met en evidence les règularitèes de composition constatèes.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 8, p. 474
CD. 553.982 (498).

M. Wagner, G. Stejaru, V. Dodon, A. Roncea : **Appréciation des bitumes par la méthode Rostler**

La méthode Rostler permet de fractionner les bitumes en quelques groupes de composés et d'apprécier le comportement des bitumes en service, en fonction du rapport quantitatif des groupes de composants.

A l'aide de la méthode Röstler, on a étudié les bitumes roumains par rapport aux bitumes étrangers et on est parvenu à la conclusion que les bitumes roumains sont comparables aux bitumes étrangers considérés de bonne qualité sur le plan mondial, et même supérieurs.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 8, p. 486
C.D. 665.54

DEZVOLTAREA INDUSTRIEI DE PETROL ŞI GAZE ÎN ANII CONSTRUCŢIEI SOCIALISTE

Industria de petrol şi gaze din România a cunoscut o dezvoltare deosebită în cei 26 de ani care au trecut de la eliberarea patriei.

În cadrul sarcinilor importante pe care le impuneau refacerea şi dezvoltarea economiei naţionale pe baze noi, socialiste, partidul şi guvernul nostru au acordat o atenţie deosebită industriei de petrol şi gaze, greu lovită în timpul războiului, atenţie reflectată în importantele fonduri de investiţii alocate acestei industrii.

Astfel, în perioada 1950 — 1969, totalul fondurilor alocate industriei petrolului şi gazelor a fost de 54,6 miliarde lei, ceea ce reprezintă peste 21% din totalul investiţiilor industriale.

Efortul principal al investiţiilor făcute în industria petrolieră după anul 1948 a fost orientat cu precădere în direcţia intensificării lucrărilor geologice, descoperindu-se astfel noi zăcăminte petroliere şi gazeifere.

Prin creşterea volumului de lucrări geologice s-a obţinut o creştere substanţială a rezervelor de ţiţei şi gaze permiţînd, pe de o parte, ridicarea nivelului producţiei, iar pe de altă parte, asigurarea exploatării cu rezerve pe o perioadă îndelungată de timp.

Este semnificativ faptul că în această perioadă volumul forajului de cercetare geologică a crescut de 35,3 ori ajungînd în anul 1969 să reprezinte peste 64,2% din volumul total de foraj, crescînd în mod corespunzător şi forajul de exploatare.

Dezvoltarea industriei extractive de ţiţei şi gaze corespunzător necesităţilor economiei naţionale a dus la sporirea experienţei petroliştilor în domeniul exploatării raţionale a zăcămintelor.

Prin aplicarea şi extinderea cu pricepere a metodelor moderne de recuperare secundară şi menţinere a presiunii de zăcămînt prin injecţie de apă şi gaze, petroliştii din schele au reuşit să depăşească continuu sarcinile planului de producţie şi să obţină importante economii la fondurile de investiţii. Introducerea unor procedee tehnologice noi în procesul de exploatare, ca, de exemplu, injecţia ciclică de abur, fisurarea hidraulică, tratamente cu solvenţi şi agenţi tensioactivi, combustia subterană şi altele, a avut ca urmare intensificarea ritmului de exploatare şi obţinerea unor factori de recuperare ridicaţi uneori chiar peste 50%.

Preocuparea pentru introducerea proceselor tehnologice noi în activitatea de extragere a ţiţeiului se reflectă în sporul producţiei de ţiţei obţinut care în anul 1969 a reprezentat 12,4% din producţia totală de ţiţei.

În domeniul exploatării şi utilizării gazelor naturale ţara noastră are o bogată tradiţie, perioada dezvoltării intensive a industriei gazului metan începe însă după Conferinţa P.C.R. din anul 1945.

Extracţia de gaze în anul 1969 a fost de circa 50 de ori mai mare decît în anul 1944, întreaga producţie din anul 1938 realizîndu-se în prezent în mai puţin de 6 zile.

Faptul că gazul metan din ţara noastră nu conţine sulf şi are un conţinut în metan pînă la 99,8%, a creat posibilitatea dezvoltării unei puternice industrii româneşti de chimizare şi sinteză.

În privinţa utilizării acestor resurse naturale statisticile antebelice arătau că din gazele naturale extrase, 93% erau folosite drept combustibil pentru diverse industrii şi 7% pentru necesităţile menajere.

Astăzi, gazul metan se utilizează în cantităţi din ce în ce mai mari ca materie primă pentru fabricarea îngrăşămintelor azotoase, a fibrelor sintetice, a negrului de fum etc., în marile combinate de la Tg. Mureş, Copşa Mică, Craiova, Săvineşti, Tr. Măgurele şi altele.

Probleme deosebit de importante s-au pus şi industriei prelucrătoare, în ceea ce priveşte creşterea capacităţii de prelucrare în concordanţă cu creşterea producţiei de ţiţei, valorificarea produselor finite şi îmbunătăţirea calităţii acestora.

Principalele direcţii către care au fost concentrate eforturile specialiştilor care lucrează în activitatea de prelucrare, au constat în introducerea unor noi procedee de prelucrare, cum ar fi cele de cracare şi reformare catalitică, de cocsare şi

de fracționare a gazelor, realizate în instalații moderne de mare capacitate și cu un grad avansat de automatizare.

Acest lucru a creat posibilitatea să se obțină o gamă variată de sortimente petroliere de calitate superioară, necesare atît economiei noastre naționale, cît și satisfacerii cererilor pentru export.

S-au construit rafinării noi în orașul Gheorghe Gheorghiu-Dej, Pitești și Crișana și instalații moderne la rafinăriile existente de la Brazi, Teleajen și Ploiești. Trebuie remarcat faptul că multe din utilajele pentru aceste noi obiective au fost realizate la noi în țară, după concepția proprie a specialiștilor români.

Cercetarea științifică a avut o contribuție substanțială la ridicarea nivelului tehnic al tuturor ramurilor industriei de petrol și gaze. Cercetările efectuate au avut un caracter aplicativ și de dezvoltare, fiind rezolvate în același timp și probleme cu aspect fundamental, de cunoaștere.

Pentru satisfacerea într-o și mai mare măsură a nevoilor producției au fost abordate și rezolvate probleme din toate domeniile ingineriei de petrol: foraj, extracție, prelucrare. Obiectivele principale ale cercetărilor efectuate au fost îndreptate în direcția creșterii rezervelor industriale și a producției de țiței și gaze, optimizării funcționării instalațiilor existente și a valorificării fracțiunilor petroliere în concordanță cu cerințele pieții, dezvoltării de perspectivă a industriei de petrol și gaze și asigurarea de către aceasta a materiilor prime pentru petrochimie etc.

Problemele privind forajul și extracția țițeiului și gazelor, studiate la Institutul de cercetări și proiectări pentru industria extractivă de țiței și gaze din Cîmpina, au avut ca obiective principale alegerea celor mai bune metode pentru exploatarea zăcămintelor petroliere, stabilirea tehnologiilor de săpare și a prescripțiilor pentru deschiderea în condiții optime a formațiunilor productive din diferite structuri, aplicarea metodelor moderne de intensificare a extracției țițeiului din zăcăminte în scopul măririi factorului final de recuperare, îmbunătățirea colectării, tratării și transportului produselor petroliere.

Tot în cadrul acestui institut se execută lucrări de cercetare geologică, se analizează, sistematizează și prelucrează datele obținute prin lucrările de foraj și prin metodele geofizice, geochimice și radiometrice de investigare.

În activitatea de prelucrare a țițeiului, eforturile cercetărilor întreprinse au fost canalizate în direcția diversificării produselor petroliere într-o gamă cît mai variată de sortimente, creșterii calității produselor și valorificării superioare a țițeiului. Acest lucru a dus la creșterea competitivității produselor petroliere românești pe piețele externe fapt ilustrat prin contractele comerciale încheiate în prezent de România cu firme din peste 80 de țări.

Nivelul tehnic ridicat al industriei de petrol și gaze permite o participare remarcabilă la activitatea de comerț exterior, prin întreprinderile specializate Petrolexport și Petrom din cadrul Ministerului Petrolului.

Firme din majoritatea țărilor Europei, Asiei, Africei și din cele două Americi, întrețin legături de afaceri cu I.S.C.E. — Petrolexport, relații al căror volum a ajuns să reprezinte în anul 1968 8,7% din valoarea totală a exporturilor românești.

Prin Întreprinderea de stat pentru comerț exterior Petrom, se asigură livrarea de echipament pentru foraj, extracție și prelucrarea țițeiului, precum și o gamă largă de servicii privind asistența tehnică de specialitate la montajul și punerea în funcțiune a instalațiilor livrate, instruirea personalului pentru exploatarea instalațiilor petroliere importate din România, elaborarea de studii, proiecte, cercetări tehnice și economice la cererea partenerilor externi.

Unul din principalele obiective ce revine industriei de petrol și gaze pentru viitorul cincinal, subliniat în directivele Congresului al X-lea, rămîne în continuare creșterea și valorificarea resurselor de țiței și gaze naturale care să permită menținerea sau chiar creșterea nivelelor de producție existente, precum și asigurarea cu rezerve pe o perioadă cît mai îndelungată a producției.

În acest scop se va căuta să se realizeze un progres calitativ superior prin intensificarea lucrărilor de prospectare cu metode de investigare și aparatură geofizică moderne. O sarcină de importanță majoră ce revine pe linia cercetării geologice o constituie cercetarea formațiunilor situate la adîncime, formațiuni în care lucrările efectuate pînă în prezent au confirmat existența unor acumulări industriale de hidrocarburi. Acest lucru impune ca în anii viitorului cincinal, eforturile specialiștilor să fie îndreptate în direcția folosirii rationale a instalațiilor de

foraj și îmbunătățirii tehnologiei de săpare a sondelor.

În scopul obținerii unor performanțe superioare în activitatea de foraj, ponderea forajului cu jet va reprezenta în anul 1975 peste 55% din volumul total. Extinderea utilizării acestei metode de foraj va avea ca efect creșterea vitezelor mecanice, a metrajului pe sapă, precum și reducerea prețului de cost pe metru forat.

Îmbunătățirea regimului de foraj prin generalizarea aplicării metodelor de optimizare, îmbunătățirea programelor de construcție a sondelor, reducerea consumurilor de materiale și manoperă, stabilirea de paste de ciment rezistente la presiuni și temperaturi ridicate pentru sondele de mare adîncime, sînt sarcini de mare răspundere pentru toți lucrătorii din activitatea de foraj, care vor permite ca în anii viitorului cincinal, eficiența forajului în țara noastră să se situeze la un nivel superior.

Avînd în vedere necesitatea unui raport rațional între rezerve și producție, exploatarea zăcămintelor de țiței se va face în continuare pe baze științifice, urmărindu-se, în special, perfecționarea metodelor de exploatare în scopul creșterii factorului final de recuperare.

În acest sens va continua extinderea proceselor de recuperare secundară la zăcămintele vechi și de menținere a presiunii la cele noi. Existența unor zăcăminte cu țițeiuri grele și vîscoase impune în viitor necesitatea trecerii la exploatarea acestora prin utilizarea metodelor termice, fapt care va duce la creșterea producției și factorului de recuperare față de metodele obișnuite.

Industriei extractive a gazului metan îi revin sarcini importante în perioada 1971-1975 în direcția descoperirii de noi zăcăminte gazeifere, astfel încît nivelul producției de gaze să asigure necesitățile impuse de dezvoltarea economiei naționale. În paralel cu aceasta, se va urmări să se utilizeze cît mai rațional energia de zăcămînt și să se mențină un grad normal de asigurare cu rezerve.

Industria prelucrării țițeiului va cunoaște în anii viitorului cincinal o nouă dezvoltare. Noile capacități de producție ce se vor realiza vor fi grupate în unități mari și vor fi prevăzute cu instalații de prelucrare la nivelul tehnicii moderne.

Prin extinderea procedeelor catalitice de prelucrare, a căror capacitate va atinge o treime din prelucrarea primară a țițeiului, se va asigura în continuare creșterea valorificării tonei de țiței.

Activitatea de cercetare științifică se va materializa în noi tipuri de carburanți și lubrifianți necesari motoarelor moderne de construcție românească, eliminînd importul și creînd disponibilități importante pentru export.

Petroliștii noștri sînt ferm hotărîți să îndeplinească în mod exemplar sarcinile ce le revin, contribuind la ridicarea pe o treaptă superioară a industriei noastre socialiste.

Aceasta va constitui un mare prilej de afirmare a atașamentului neclintit față de politica partidului nostru, pentru întărirea continuă a României socialiste și ridicarea nivelului de civilizație și cultură a poporului muncitor.

Prezența decapodelor anomure și dromiacee în calcarele tithonice din Platforma Moesică*

R. Mutiu și
Aurelia Bădăluță

S u m a r. Se semnalează o asociație de decapode anomure și dromiacee prezente în calcarele tithonice din nord-estul Platformei Moesice, regiunea Ghergheasa. Fauna determinată cuprinde patru specii cunoscute și două specii noi, stabilind vîrsta tithonică, și anume: tithonic inferior (partea terminală) — tithonic superior (pars).

Formațiunile neojurasice superioare, răspîndite în jumătatea estică a Platformei Moesice, sînt alcătuite din depozite calcaroase masive, dolomitice, cu grosimi mari. Materialul examinat provine din partea de nord-est a Platformei Moesice, de la Ghergheasa, unde forajele executate au pus în evidență roci calcaroase de peste 900 m grosime (fig. 1). Acestea se găsesc răspîndite pe marginea estică a ramei de nord a depresiunii Urziceni [5]. În această parte, în care depresiunea se racordează cu zona de subsidență a fosei Focșani, formațiunile jurasic superioare suportă transgresiv și discordant miocenul superior, respectiv sarmațianul inferior.

Petrografic, rocile examinate reprezintă calcare microcristaline pseudoolitice, masive, cavernoase, gălbui sau cenușii, cu rare intercalații de dolomite microcristaline, cenușii.

În coloana stratigrafică a acestora se găsesc cuprinse două niveluri de macrofaună: unul superior, situat imediat sub suprafața de eroziune a calcarelor neojurasice, și altul inferior, situat într-un interval mai coborît (fig. 1).

Din punct de vedere macrofaunistic, ceea ce caracterizează aceste două niveluri este prezența crustaceelor anomure și dromiacee, la care se mai adaugă microsclere de spongieri, corali, brachiopode și lamellibranchiate.

Asociația de crustacee anomure și dromiacee cuprinde următoarele forme determinate:

familia *Galatheidae*:

Gastrosacus sp.
Galathea (*Palaeomunida*) *moesica n.sp.*
Galathea (*Palaeomunida*) *sp.*
Galathea (*Paragalathea*) striata (R e m e š)

familia *Prosoponidae*:

Pithonoton marginatum (M e y e r)
Pithonoton bidentatum (R e u s s)
Longodromites bicornutum n. sp.
Longodromites angustus (R e u s s)

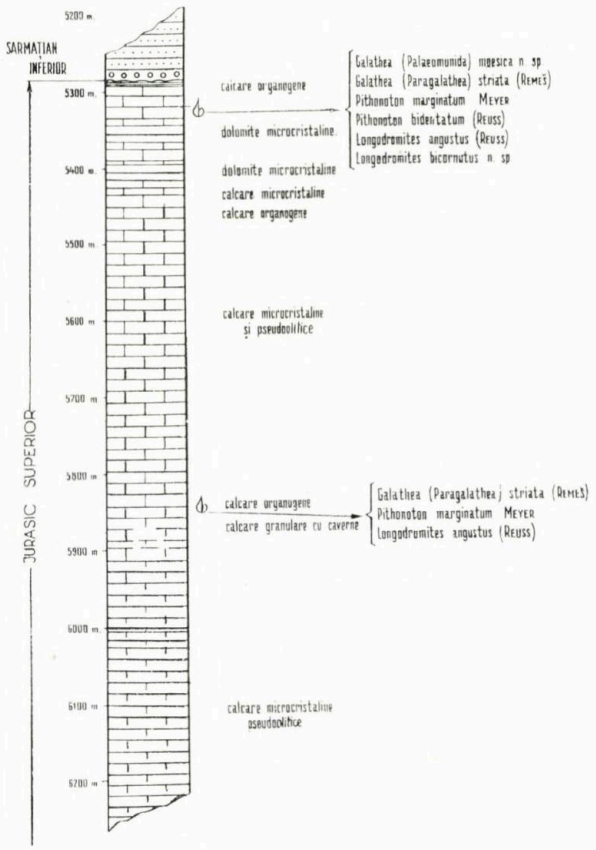


Fig. 1. Răspîndirea crustaceelor decapode în tithonicul inferior (partea terminală) — tithonicul superior (pars) în forajul de la Ghergheasa (nord-estul Platformei Moesice). Scara 1 : 5 000.

Formele menționate se găsesc localizate în partea superioară a neojurasicului de tip Stramberg. Se găsesc citate atît în calcarele de Stramberg, din regiuni imediat apropiate, respectiv sudul Carpaților Orientali (Sinaia, Moroeni, Purcăreni), sau mai depărtate, Carpații Polonezi Occidentali, basinul Franco-Suab, Sicilia etc.

Asociația de crustacee menționate are afinități cu faunele de decapode din regiunile citate.

*) Lucrare comunicată în sesiunea științifică a Universității „București", Facultatea de geologie-geografie, aprilie 1969.

Din analiza stratigrafică și prin corelările efectuate reiese faptul că fauna de la Ghergheasa se situează în tithonicul inferior, partea sa terminală, și, în parte, în tithonicul superior, partea sa inferioară (fig. 2).

NUMĂRUL CURENT	NUMELE SPECIEI	TITHONIC INFERIOR (partea superioară)	TITHONIC SUPERIOR		TITHONIC	TITHONIC	TITHONIC INFERIOR (partea superioară) TITHONIC SUPERIOR (pars)
		CARPAȚII OCCIDENTALI POLONEZI	CARPAȚII	ORIENTALI	STRAMBERG	UNGARIA	PLATFORMA MOESICĂ
		WOZNICK	MOROENI SINAIA	PURCĂRENI SATU LUNG			
1	Gastrosacus sp.						+
2	Galathea (Palaeomunida) moesica n. sp.						+
3	Galathea (Paragalathea) striata (Remeš)	+				+	+
4	Pithonoton marginatum Meyer	+	+		+		+
5	Pithonoton bidentatum (Reuss)	+		+			+
6	Longodromites angustus (Reuss)	+	+		+		+
7	Longodromites bicornutum n. sp.						+

Fig. 2. Frecvența decapodelor jurasice de la Ghergheasa în diferite regiuni.

Din analiza efectuată se constată că forme ca *Galathea* (*Paragalathea*) *striata* (Remeš), *Pithonoton marginatum* (Meyer), *Pithonoton bidentatum* (Reuss), *Longodromites angustus* (Reuss) se găsesc situate în tithonicul inferior (partea superioară) de la Wozniki, unde, M. Ksiakiewicz (1963) menționează prezența formelor de amoniți : *Pseudovirgatites scruposus* Oppel, *Subplanites cf. schlosseri* Schneid etc. Alte forme, cum sînt: *Pithonoton marginatum* (Meyer), *Pithonoton dentatum* Lorenthey (*Pithonoton bidentatum* Reuss *Longodromites angustus* (Reuss) etc., se găsesc răspîndite atît în tithonicul inferior cît și în tithonicul superior din Carpații Orientali (Moroeni, Sinaia etc.) și din Carpații Polonezi Occidentali (Wozniki) [11, 13] (fig. 2).

S-a constatat faptul că în fauna de la Ghergheasa nu s-a întîlnit *Laeviprosopon laeve* Meyer. Acesta se găsește totuși menționat în cadrul Platformei Moesice, și anume în calcarele oxfordian-kimmeridgiene de la Giurgiu, de la București, și de la Călărași [12]. De asemenea, nu se găsesc nici reprezentanți ai familiilor HOMOLONIDAE sau alți reprezentanți (în afară de cei menționați mai sus) ai familiei PROSOPONIDAE (*Eodromites*, *Glaessneropsis*, *Lecythocaris* etc.) sau ai familiei DYNOMENIDAE (*Cyphonotus*, *Oxythyreus* etc.) din tithonicul superior.

În același timp însă se relevă faptul că fauna de crustacee anomure și dromiacee găsită la Ghergheasa mai cuprinde, în afară de formele comune comparabile cu alte regiuni și elemente noi, necomparabile specific cu ceea ce se cunoaște pînă în prezent în regiunile menționate. O serie de genuri din fauna de la Moroeni sau de la Purcăreni, de la Wozniki sau de la Stramberg dau specii noi și în cadrul Platformei Moesice.

DESCRIEREA SISTEMATICĂ

Ordo: **DECAPODA**
Divisio : GASTRALIA
Subdivisio : HETERURA
Tribus : GALATHEIDEA
Familia : GALATHEIDAE DANA
Subfamilia : MUNIDOPSINAE ORTMAN

Genus : **Gastrosacus** H. Meyer 1851
Gastrosacus sp.
Pl. I, fig. 1 ; fig. 3 în text.

Diagnoza : Cephalotorace de formă dreptunghiular-trapezoidală. Șanțul cervical arcuit în semicerc, divizat pe marginea laterală în șanțuri hepatice (transversal anterior și transversal posterior — branchiohepatic).

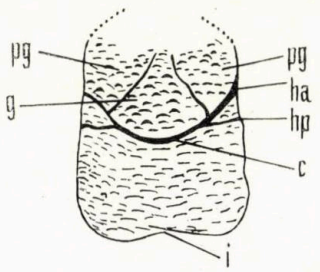


Fig. 3. Gastrosacus sp. :
c — șanț cervical; *ha* — șanț hepatic anterior; *hp* — șanț hepatic posterior; *g* — plastron gastric; *i* — regiunea intestinală; *pg* — regiunea paragastrică.

Regiunile meso- și epigastrice sînt ușor reliefate și delimitate între ele prin depresiuni largi, fără aspect de șanț, care converg către regiunea fronto-orbitară. Nu se distinge locul de inserție al rostrumului. Marginea posterioară (intestinală) descrie un sinus larg, determinînd un aspect lobat al formei. Ornamentația părții anterioare a cephalotoracelui prezintă verucozități dispuse cu precădere pe regiunile peri și epigastrice. Partea posterioară și în mare parte regiunea mesogastrică prezintă creste scurte, reliefate și ușor rotunjite, dispuse altern.

Genus : Galathea **Fabricius**, 1789
Subgenus **Palaeomunida** Lorenthey 1902
Galathea (**Palaeomunida**) **moesica** n. sp.

Pl. I, fig. 2, 3 ; fig. 4, 5 în text.
Typus : Pl 1, fig. 2, 3, fig. 4, 5 în text.
Derivatio nominis : după localizarea sa în cadrul Platformei Moesice.
Locus typicus : Ghergheasa, în nord-estul Platformei Moesice.
Stratum typicum : carote din calcare de typ Stramberg, tithonic inferior (partea terminală), tithonic superior (pars).

Colecția Ministerului Petrolului.
Dimensiunile exemplarului typ :
lungimea (fără rostrum) : 8,5 mm ;
lungimea părții posterioare : 4 mm.

Diagnoză : Cephalotorace dreptunghiular-trapezoidal, cu aspect oval anteroposterior. Șanț cervical arcuit, adînc și îngust, prelungit pe marginea externă prin șanțuri hepatice (transversal posterior), vizibile.

Plastronul gastric delimitat de regiunile perigastrice prin șanțuri superficiale, care converg la mijlocul părții anterioare a cephalotoracelui și se continuă apoi printr-o bandă îngustă pînă la marginea fronto-orbitară. Nu se păstrează

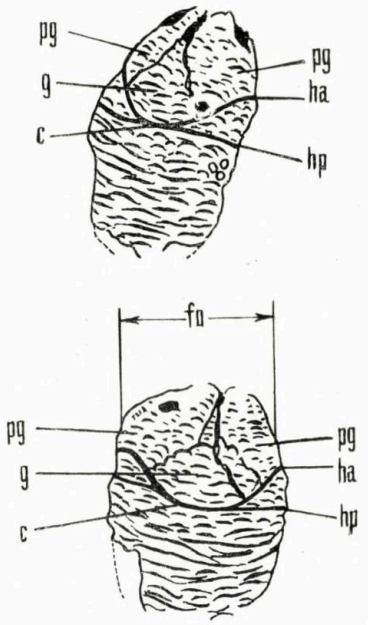


Fig. 4, 5. Galathea (Palaeomunida) moesica n.sp. :
c — șanț cervical ; *ha* — șanț hepatic anterior ; *hp* — șanț hepatic posterior ; *pg* — regiunea paragastrică ; *fo* — marginea fronto-orbitară ; *g* — plastron gastric.

rostrumul. Locul de inserție al acestuia, deși greu de examinat, este asemănător speciei *Plaeomunida zitteli Monricke*, de care se deosebește prin forma cochiliei și prin modul de repartizare a ornamentației. Aceasta constă din benzi late, reliefate, alungite, dispuse uneori paralel, alteori altern și care, pe marginile branchiale, paragastrice și hepatice, îmbracă aspect de verucozități ușor alungite.

Galathea (Palaeomunida) moesica n. sp. (Pl. I, fig. 2 et 3 ; fig. 4, 5 in text)
Typus : Planche I, fig. 2 et 3 ; fig. 4,5 în text.
Derivatio nominis : d'après sa localisation dans le cadre de la Plate-forme moesienne.
Locus typicus : Ghergheasa, nord-est de la Plate-forme moesienne.
Stratum typicum : carotes de calcaires de Stramberg, Tithonique inférieur (partie terminale) — Tithonique supérieur (pars).
Collection du Ministère du Pétrole.
Dimensions de l'exemplaire type :
Longueur (sans rostre) : 8, 5 mm
Longueur de la côté antérieure : 4, 5 mm
Longueur de la côté postérieure : 4 mm

Diagnose : Céphalothorax rectangulaire-trapezoidal, l'aspect ovale. Sillon cervical courbé, profond et étroit, prolongé sur le bord externe avec de sillon hépatique (transversal antérieur). Les sillons branchio-hépatiques visibles. Plastron gastrique separé des régions paragastrique par des sillons superficiels qui convergent au milieu de la partie antérieure du céphalotorax et se continue ensuite en forme de bandelette étroite jusqu'au bord fronto-orbitaire Le rostre ne se conserve pas. La région de son insertion difficilement examiné, est pareil à l'espèce Palaeomunida zitteli Moericke, dont elle difére par la forme de la coquille et l'ornamentation. Celle-ci se compose de bandelettes larges, en relief, allongées, disposées parellelement ou alternativement ; sur les régions branchiaux, paragastriques et hépatiques présentent des verrucosités légerment allongés.

Galathea (Palaeomunida) sp.
Pl. I, fig. 4 ; fig. 6 în text.

Diagnosa : Cephalotorace de formă trapezoidal ovală. Șanț cervical care se continuă spre margine prin șanțuri hepatice (transversal anterior), puternic adîncite și largi. Șanțurile transversale, posterioare (branchiohepatice) sînt adîn-

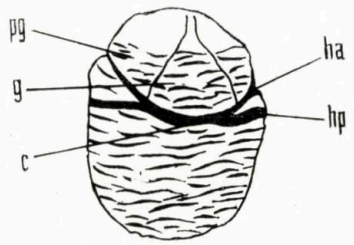


Fig. 6. Galathea (Palaeomunida) sp. :
c — șanț cervical ; *ha* — șanț hepatic anterior ; *hp* — șanț hepatic posterior ; *g* — plastron gastric ; *pg* — regiuni paragastrice.

cite dar înguste. Plastronul gastric ocupă o suprafață mare și este mărginit de șanțuri superficiale, închise în unghi pe regiunea fronto-orbitară. Ornamentația constă din creste reliefate, alungite și larg ondulate, dispuse altern sau anastomozate. Este o formă bombată, căreia îi lipsește rostrumul și nici nu i se poate examina locul de inserție al acestuia.
Răspîndire și proveniență : tithonic inferior-tithonic superior (pars) recoltat din carote de calcare de typ Stramberg de la Ghergheasa, din nord-estul Platformei Moesice.
Colecția Ministerului Petrolului.

Subgenul : **Paragalathea** P a t r u l i u s 1959
Galathea (Paragalathea) striata (R e m e s)
Pl. II, fig. 5,6 și 7.

Referință typ : Galathea striata R e m e š 1859, p. 200, pl. I, fig. 3, calcare tithonice de typ Stramberg.

Synonimie : Galatheites striatus Lorenthey și Beurlen 1929, p. 77, pl. III, fig. 14 *a*, *b*, *c*, ; Galathea (Paragalathea) striata P a t r u l i u s 1966, p. 504, pl. XXX, fig. 5.

Diagnoza : Cephalotorace trapezoidal-oval, alungit și puternic bombat. Șanțul cervical dificil de observat. Caracteristică este ornamentația, care constă din benzi înterpătrunse, imbricate, subțiri, arcuite către părțile laterale și

către partea anterioară a cephalotoracelui. Nu se păstrează rostrumul.

Răspîndire și proveniență: forma provine din carotele de calcare de typ Stramberg, de la Ghergheasa (nord-estul Platformei Moesice).

Vîrsta: tithonic inferior (partea terminală), tithonic superior (**pars**) Colecția Ministerului Petrolului.

Tribus: BRACHYURIDEA Glaessner
Superfamilia: DROMIACEA Haan
Familia: PROSOPONIDAE Meyer
Subfamilia: PITHONOTINAE Glaessner
Genus PITHONOTON H. Meyer 1860

Pithonoton marginatum (H. Meyer, 1842)

Pl. II fig. 8; fig. 7 și 8 în text.

Referințe și synonimie: *Pithonoton marginatum* Meyer 1842, p. 72. pl. 15, fig. 3; 1860 *Prosopon marginatum* Meyer, pl. 23, fig. 8, 9; 1966. *Pithonoton marginatum* Patrulius, p. 510, pl. XXXI, fig. 15 și 16.

Diagnoza: Formă dreptunghiular-trapezoidală, trilobată, convexă. Șanțul cervical adînc și larg, șanțul cardio-branchial bine pronunțat, care conturează regiunea cardiacă și o delimitează de regiunea urogenitală și de lobii bran-

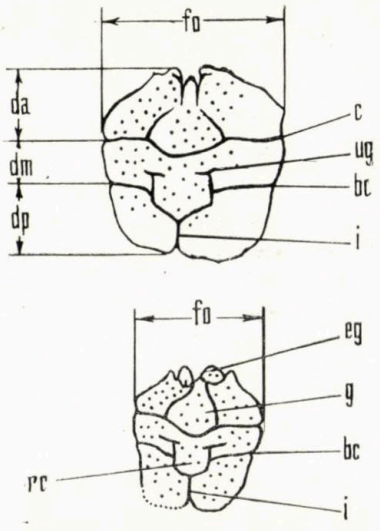


Fig. 7, 8. Pithonoton marginatum (Meyer):
fo — regiunea fronto-orbitară; *eg* — regiuni epigastrice; *g* — regiunea mesogastrică (plastronul gastric); *c* — șanț cervical; *ug* — regiunea urogastrică; *bc* — șanț brachio-cardiac; *i* — regiunea intestinală; *da*-diviziunea anterioară; *dm* — diviziunea mijlocie; *dp* — diviziunea posterioară.

chiali. Șanțul uro-genital bine vizibil la toate formele examinate. Diviziunea (lobul) anterioară prezintă un plastron gastric terminat printr-o fîșie din ce în ce mai subțire. Marginea fronto-orbitară denticulă, prezentînd de o parte și de alta a denticulului gastric cîte o pereche de denticuli, bine evidențiați. Ornamentația constă din verucozități răspîndite pe întregul test, în măsură mai mică pe regiunea cardiacă, și care se găsesc pe un fond de punctuații mărunte și dese.

Nu se păstrează rostrumul.

Răspîndire și proveniență: forma provine din carote de calcare de typ Stramberg, prezente la Ghergheasa (nord-estul Platformei Moesice)

Vîrsta: tithonic inferior (partea terminală), tithonic superior (pars).

Colecția Ministerului Petrolului.

Pithonoton bidentatum (Reuss)

Pl. III, fig. 9; fig. 9 în text.

Referințe și synonimie: 1859, *Goniodromites bidentatum* Reuss, p. 72, pl. 24, fig. 5 și 6; 1966 *Pithonoton bidentatum* Patrulius, p. 512, pl. XXXI, fig. 19 și 20;

Dimensiunile exemplarului tip:
lungimea fără rostrum: 5,5 mm;
lărgimea diviziunii anterioare 5,5 mm;
lărgimea diviziunii posterioare: 4 mm;
lungimea diviziunii anterioare: 3 mm.

Diagnoza: Cephalotorace dreptunghiular-trapezoidal, trilobat (divizat în diviziune anterioară, mijlocie și posterioară), convexă. Șanțul cervical adînc și larg. Șanțul cardio-branchial bine marcat. Marginea laterală a lobului median prezintă doi spini. Lobul anterior(gastrohepatic), de formă dreptunghiular-trapezoidală și cu

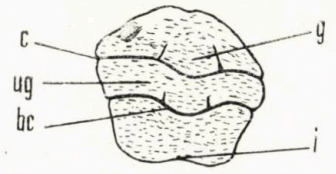


Fig. 9. Pithonoton bidentatum (Reuss):
c — șanț cervical; *ug* — regiunea urogastrică; *bc* — regiunea branchio-cardiacă; *i* — regiunea intestinală; *g* — regiunea paragastrică.

marginea fronto-orbitară, prevăzută cu doi denticuli mult rotunjiți. Test granulat pe întreg cephalotoracele, prezentînd în cea mai mare parte verucozități fine, distribuite uniform. Nu se observă prezența celor trei puncte dispuse în triunghi din regiunea cardiacă.

Nu se păstrează rostrumul.

Răspîndire și proveniență: forma provine din carote de calcare de typ Stramberg, prezente la Ghergheasa (nord-estul Platformei Moesice).

Vîrsta: tithonic inferior (partea terminală), tithonic superior (pars).

Colecția Ministerului Petrolului.

Genus **Longodromites** Patrulius 1959

Longodromites bicornutus n. sp.

Pl. III, fig. 10; fig. 10 în text.

Typus: Planșa III, fig. 10; fig. 10 în text

Derivatio nominis: după cele două perechi de denticuli dispuși oblic, depărtați, pe marginea fronto-orbitară a diviziunii (lobului) anterioare.

Locus typicus: Ghergheasa (nord-estul Platformei Moesice).

Stratum typicum: carote din calcarele de typ Stramberg tithonic inferioare (partea terminală),

tithonic superior (pars). Colecția Ministerului Petrolului.

Dimensiunile exemplarului tip :
lungimea totală (fără rostrum) : 6 mm ;
lărgimea diviziunii anterioare : 4,6 mm ;
lărgimea diviziunii posterioare : 4,6 mm ;
lungimea marginii posterioare : 2,5 mm.

Diagnoza : Cephalotorace trilobat (divizat în diviziune anterioară, mijlocie și posterioară), de formă trapezoidal-oval. Diviziunea anterioară redusă mult în înălțime și cu marginea fronto-orbitară prevăzută cu cîte o pereche de denticuli, dispuși oblic și mult depărtați de regiunea

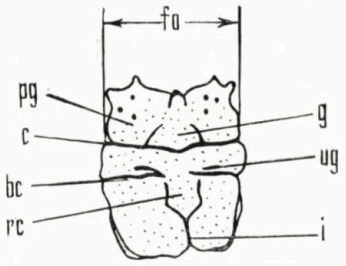


Fig. — 10. Longodromites bicornutus n.sp. :
fo — regiunea fronto-orbitară ; *pg* — regiunea paragastrică ; *c* — șanț cervical ; *bc* — regiunea branchio-cardiacă ; *g* — regiunea gastrică ; *ug* — regiunea urogastrică ; *i* — regiunea intestinală.

epigastrică. Plastronul gastric de formă ovală, îngust, lăsînd de o parte și de alta a sa regiunile paragastrice largi și convexe. Șanțul cervical aproape drept, adînc, îngust, cu o scurtă inflexiune în regiunea mediană. Șanțul branchio-cardiac slab reprezentat, cu regiunea cardiacă proeminentă, dar nedelimitată, cu o depresiune pronunțată în regiunea uro-genitală. Șanțurile uro-genitale înguste și adînci. Ornamentația constă din verucozități ascuțite, cu precădere pe diviziunea anterioară a cefalotoracelui. De remarcat forma particulară a diviziunii anterioare care este cu mult mai scurtă și mult mai lată decît la **L. angustus** P a t r u l i u s, cu denticulii fronto-orbitari bine evidențiați, despărțiți printr-o inflexiune largă în regiunea epigastrică. După părerea autorilor este o formă de trecere între genul **Pithonoton** și genul **Longodromites**, mult mai apropiat de acesta din urmă prin conturul diviziunilor mediană și posterioară luate în ansamblu și prin forma șanțului despărțitor dintre diviziunea mediană și anterioară. Nu se păstrează rostrumul.

Longodromites bicornutus n. sp.

Pl. III, fig. 10 ; fig. 10 în text

Typus : planche III, fig. 10 ; fig. 10 in text.

Derivatio nominis : d'après les deux paires de denticules disposés obliquement, éloignés, sur le bord orbitaire de la division (le lob) antérieure.

Locus typicus : Ghergheasa, dans le nord-est de la Plate-forme moesienne.

Stratum typicum : carotes dans les calcaires de Stramberg Tithonique inférieur (partie terminale) — Tithonique supérieur (pars).

Collection du Ministère du Petrole.

Dimensions de l'exemplaire type :
Longueur totale (sans rostre) : 6 mm
Largeur de la division antérieure : 4,6 mm
Largeur de la division postérieure : 4,6 mm
Longueur du bord postérieur : 2,5 mm

Diagnose : Cephalotorax trilobé, trapezoïdal-ovale. Le lobe (division) antérieur de longueur très réduite, le bord fronto-orbitaire portant une paire de denticules lateraux, obliques et très éloignés de la région épigastrique. Le plastron gastrique ovale, étroit, laisse à ses cotés les régions paragastriques larges et convexes. Le sillon cervical presque droit, profond, étroit avec une courte inflexion dans la région médiane. Le sillon branchio-cardiaque faiblement marqué, la région cardique proéminente, mais non délimitée, avec une dépression prononcée dans la région uro-génitale. Les sillons uro-génitaux étroits et profonds. L'ornamentation est faite par des verrucosités aigues, disposées surtout sur la division antérieure du céphalothorax. À remarquer la forme particuliére de la division antérieure du céphalothorax qui, est beaucoup plus court et plus large que celui de **L. angustus** (R e u s s), avec les denticules fronto-orbitaires bien marqués, delimités par une large inflexion de la région épigastrique. Selon notres opinion, elle represente une forme de transition entre le genre **Pithonoton** H. M e y e r et le genre **Longodromites** P a t r u l i u s, plus aproché de ce dernier par le contour des divisions mediane, et postérieure considerées en ensemble et par la forme de sillon qui delimite la division mediane d'avec la division antérieure. Le rostre ne se conserve pas.

Longodromites angustus (R e u s s)

Pl. III, fig. 11 ; fig. 11 în text.

Referință typ : *Pithonoton angustum* R e u s s, 1859, p. 72, pl. 24, fig. 3 ;
Longodromites angustus P a t r u l i u s 1966, p. 514, pl. 31, fig. 25 și 26.

Diagnoza : Cephalothorace trilobat, înalt și îngust, de formă trapezoidală. Lobul (diviziunea) anterior înalt, tronconic, cu două proeminențe epigastrice bine marcate. Plastronul gastric puțin evidențiat. Bandeleta care duce spre

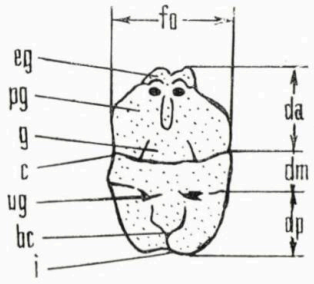


Fig. 11. Longodromites angustus (R e u s s) :
fo — regiunea fronto-orbitară ; *eg* — regiunea epigastrică ; *pg* — regiunea paragastrică ; *g* — regiunea gastrică ; *c* — șanț cervical ; *ug* — regiunea urogastrică ; *bc* — regiunea branchio-cardiacă ; *i* — regiunea intestinală ; *da* — diviziunea anterioară ; *dm*-diviziunea mijlocie ; *dp* — diviziunea posterioară.

marginea fronto-orbitară este bine marcată. Șanțul cervical adînc, îngust și aproape drept, cu o ușoară infelxiune în partea mediană. Șanțul branchio-cardiac este mai puțin pronunțat. Regiunea cardiacă este de formă pentagonală.

PLANŞA I

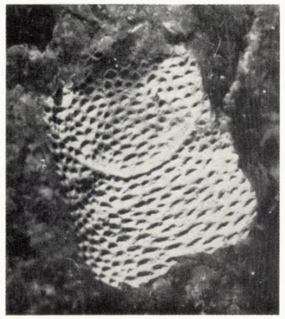


Fig. 1. Gostrsacus sp., X 6.

Fig. 2. Galathea (Palacomunida) moesica n. sp., vedere laterală dreapta X 6.

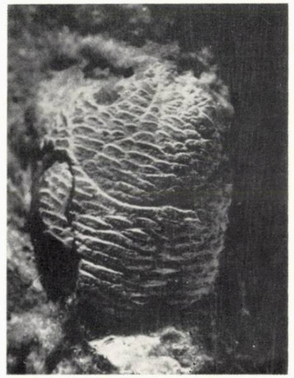
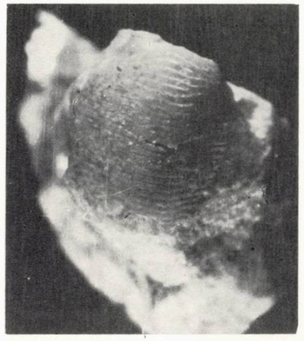


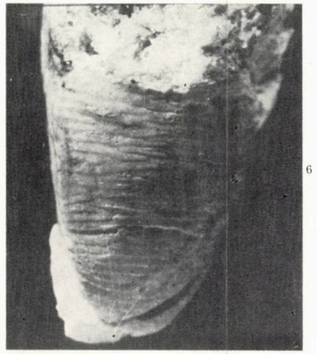
Fig. 3. Idem, vedere în plan X 6.

Fig. 4. Galathea (Palaecomunida) sp X 6.

PLANŞA II

5





6

7

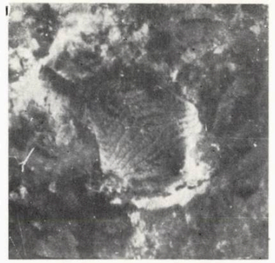


Fig. 5, 6, 7. Galathea (Paragalathea) striata (Remeš), X 6.

Fig. 8. Pithonoton marginatum (M e y e r) X 6.

PLANŞA III

Fig. 9. Pithonoton hidentatum (R e u s), X 6.

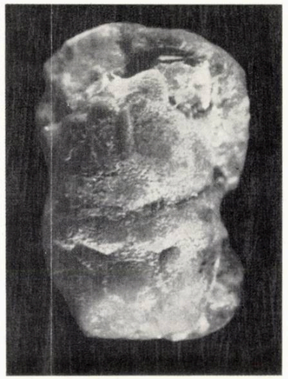


Fig. 11. Longodromites angustus (Reuss), X 6.

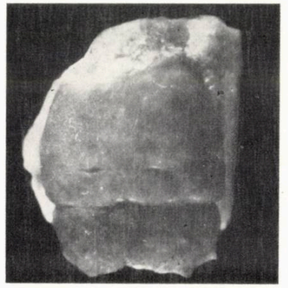


Fig. 10. Longodromites bicornutus n. sp., X 6.

Ornamentația constă din verucozități fine, inegale. Se remarcă prezența unui tubercul în spatele șanțului uro-genital.

Răspîndire și proveniență : forma provine din carotele de calcare de typ Stramberg, de la Ghergheasa (nord-estul Platformei Moesice).

Vîrsta : tithonic inferior (partea terminală), tithonic superior (pars).

Colecția Ministerului Petrolului.

BIBLIOGRAFIE

1. Beurlen, K. Dekapoden des Schwabishen Jura. Palaeontographica **70**, Stuttgart, 1928.
2. Glaessner, M. F. Crustacea Decapoda-Fossilium Catalogus, pars, **41**, Berlin, 1928.
3. Glaessner, M. F. Beitrage zur Stammesgeschichte der Decapoden -Palaeont. În: Zeitschrift, **12**, nr. 1, 1930, p. 25—42.
4. Glaessner, M. F. Die Krabben der Juraformation-Centralblatt für Min. Geol. und Pal., (B), 1933, p. 178.
5. Grigoraș, N., Pătruț, I. și Popescu, M. Contribution a la connaisence de l'évolution géologique de la Plate-forme moesienne du territoire de la République Populaire Roumaine. Asoc. Géol. Carpato-Balkanique, V-e Congrès, IV, București, 1963.
6. Ksiazkiewicz, M. La faune tithonique de Wózniki (Carpathes Polonaises Occidentales). În: Ann. Soc. géol. Pologne, **33**, nr. 3, Cracovia 1963, p. 265—272.
7. Lorenthey, E. Neue Beitrage zur teritiaren Decapodenfauna Ungarns. Math. und Nathurwiss. Berichte Ungarn, **28**, 298 (și în limba maghiară în Math. Termeszettud. Kozlemenyek, 27), Budapesta, 1902.
8. Lorenthey, E. și Beurlen, K. Die fossilen Dekapoden der Lander der Ungarischen Krone. În: Geologica Hungarica, ser. Pal. **3** Budapesta 1929, p. 1—420.
9. Meyer, H. Die Prosoponiden oder die Familie der Maskenkrebse. În: Palaeontographica, **7**, 1860, p. 183—222.
10. Moerike, W. Die Crustaceen der Stramberger Schichten. În: Palaeontographica, suppl. II, (**6**), 1889, p. 43—72.
11. Patrulius, D. Contributions à la systématique des Décapodes néojurassiques. În: Rev. Géol. Acad. R.P.R. **3/2**, București, 1959, p. 249—257.
12. Patrulius, D. Le mésozoique du massif moesien dans le cadre de la plaine roumaine et de la Dobrogea centrale et méridionale. În: Ann. Inst. Géol. Publici Hungarici, **49**, Budapesta 1960.
13. Patrulius, D. Les Décapodes du Tithonique inférieur de Wozniki (Carpates Polonaises Occidentales). În: Rocznik. Pol. Tow. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pologne), **VI**, 1966, Cracovia, p. 495—517,
14. Remeš M. Beitrage zur Kenntnis der Crustaceen der Stramberger Schichten. În: Bull. Int. Acad. Soc. Bohème, Praga 1895, p. 200—204.
15. Reuss, A. Zur fossiler Krabben. În: Denkschrift Akad. Wis., **17**, Viena, 1859, p. 1 — 90.
16. Roger, J. Crustacés malacostracés (dans le Traité de Paléontologie de J. Piveteau), Paris 1953, p. 309.
17. Houša V. Parasites of Tithonian Decapod Crustaceans (Stramberk Moravia) În: Sbornik ÚÚG **XXVIII**— Praga, 1963, p. 101.

Metodă de calcul al necesarului de prăjini de foraj

O. Peța

1. Calculul patrimoniului de prăjini de foraj

1.1. *Patrimoniul unei întreprinderi de foraj*

Patrimoniul de prăjini de foraj al unei întreprinderi care are de realizat o sarcină de plan dată, cu sonde de o adîncime medie sub 3 950 m și cu viteză comercială dată este format din : prăjini de foraj active (prima și a doua garnitură), prăjini de rocadă, prăjini pentru înlocuirea consumurilor pe o perioadă din an și prăjini stînga.

Legătura dintre sarcinile de plan date și necesarul de prăjini de foraj active prima garnitură (în cazul în care se sapă cu două garnituri) este dată de relația :

$$N_2 = \frac{2}{3} g_2 \cdot \frac{Ad.\ m.}{Ad.\ m. + Vt} \frac{P}{12} Ad.\ m. \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.m.} \right). \quad (1)$$

Necesarul de prăjini de foraj active pentru garnitura a doua, în cazul în care se sapă cu două garnituri, sau pentru garnitura întîi, în cazul în care se sapă cu o singură garnitură, este dat de relația :

$$N_1 = \frac{P}{12} Ad.\ m. \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.\ m.} \right) \quad (2)$$

Necesarul de prăjini de foraj de rocadă este dat de relația :

$$N_3 = r \frac{P}{12} Ad.\ m. \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.\ m} \right), \quad (3)$$

în care :

- N_1 este necesarul de prăjini de foraj active, garnitura a doua ;
- N_2 — necesarul de prăjini de foraj active, garnitura întîi ;
- N_3 — necesarul de prăjini de foraj de rocadă ;
- P — planul anual, m ;
- $Ad.m.$ — adîncimea medie, m ;
- V — viteza comercială, m/lună ;
- t — durata de transport, luni ;
- g_2 — raportul dintre sondele ce folosesc două garnituri de prăjini de foraj și numărul total de sonde ;
- r — coeficientul de rocadă al prăjinilor de foraj trimise în baza tubulară pentru control și reparații.

1.2. *Calculul necesarului de prăjini de foraj care înlocuiesc consumul*

Prin utilizarea repetată a prăjinilor de foraj în condiții diferite și în medii diferite, ele își schimbă proprietățile fizice inițiale, devenind după un timp de neutilizat. Defecțiunile care apar la prăjinile de foraj sînt la începutul utilizării lor mai frecvente (defecțiunile selective) apoi mai rare și după o perioadă de timp mai dese, această perioadă de timp marcînd sfîrșitul duratei de viață a acestora.

Din cercetările întreprinse la bazele tubulare, se constată că din anul 1960 și pînă în prezent s-au consumat anual prăjini de foraj între 10 și 13% din patrimoniu. Acest procent variază de la o întreprindere la alta și se evidențiază pe bază de date statistice.

Întrucît uzura sau defecțiunile prăjinilor de foraj se datoresc utilizării lor, coeficientul de consum trebuie calculat în funcție de prăjinile active.

În perioada cercetată, raportul dintre patrimoniu și prăjinile active a fost de 1,80.

Coeficientul de consum k_1 al prăjinilor active a fost :

$$k_1 = \left(\frac{10}{100} \div \frac{13}{100} \right) 1{,}80$$

Defecțiunile prăjinilor de foraj apar întîmplător, putînd fi observate în timpul forajului, în timpul controlului preventiv sau în timpul controlului periodic. Numărul prăjinilor scoase din uz nu poate fi prevăzut și pentru asigurarea continuității forajului este necesară să se doteze baza tubulară sau, mai bine zis, să se mărească patrimoniul cu o cantitate de prăjini care să acopere consumul pe o perioadă din an.

Întrucît o oprire a forajului din lipsă de prăjini este foarte costisitoare, pentru a o preîntîmpina este necesară mărirea patrimoniului cu un procent de 30% din consumul anual.

Cantitatea de prăjini de foraj necesară înlocuirii celor ce se consumă este egală cu produsul dintre 30% din coeficientul de consum rezultat din statistică și prăjinile de foraj active :

$$N_4 = 0{,}30\ k_1 \frac{P}{12} Ad.\ m. \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.\ m.} \right), \quad (4)$$

în care :

- N_4 este cantitatea de prăjini destinată acoperirii consumului pentru o perioadă din an ;
- k_1 — coeficientul de prăjini scoase din uz, care variază între 0,20 și 0,30.

Exemplu. Se dau :

- $P.$ = 320 000 m ;
- $Ad.m.$ = 1 350 m ;
- V = 500 m/lună ;
- k_1 = 0,20 ;
- t = 1 lună.

Să se afle cantitatea de prăjini de foraj destinată acoperirii consumului pentru o perioadă din an.

$$N_4 = 0{,}30\ k_1 \frac{P}{12} Ad.\ m. \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.\ m.} \right) = 0{,}30\, k_1 \frac{P}{12}$$

$$\left(\frac{Ad.\ m. + V.t.}{V} \right) = 0{,}30.\ 0{,}20 \frac{230\,000}{12} \left(\frac{1\,350 + 500}{500} \right).$$

$$N_4 = 0{,}06 \cdot 19.165 \cdot 3{,}07 = 3\,450 \text{ m}.$$

1.3. *Necesarul de prăjini care înlocuiesc pe cele accidentate*

Din statistică s-a constatat că un procent de 5 — 10% din prăjinile active se uzează anormal, datorită unor defecțiuni ascunse, sau se accidentează. Pentru înlocuirea acestor prăjini uzate este necesar să se prevadă în patrimoniu 30% din acest consum, spre a nu avea opriri în foraj pînă la procurarea altora.

Cantitatea de prăjini de foraj necesară înlocuirii celor ce se consumă anormal este egală cu produsul dintre 30% din coeficientul de consum anormal și prăjinile active :

$$N_5 = 0{,}3\ k_2 \frac{P}{12} Ad.\ m. \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.\ m} \right), \quad (5)$$

în care :

- N_5 este cantitatea de prăjini de foraj necesară înlocuirii celor ce se consumă, datorită uzurii anormale ;
- k_2 — coeficientul de consum al prăjinilor uzate anormal, 0,05 — 0,10.

* Stabilirea relațiilor 1, 2, și 3 a fost descrisă în revista „Petrol și gaze" nr. 3, 1970.

Exemplu: Se dau :

P = 230 000 m ;
$Ad.m.$ = 1 350 m. ;
V = 500 m/lună ;
t = 1 lună ;
k_2 = 0,10.

Să se afle cantitatea de prăjini de foraj necesară acoperirii consumului de prăjini uzate anormal pentru o perioadă de timp din an.

$$N_5 = 0{,}30 k_2 \frac{P}{12} Ad.m. \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.\ m.} \right) = 0{,}3\ k_2 \frac{P}{12} \left(\frac{Ad.m. + Vt}{V} \right).$$

$$N_5 = 0{,}30 \times 0{,}10 \frac{230\,000}{12} \left(\frac{1\,350 + 500}{500} = \right.$$

$$= 0{,}03.\ 19.65.3.07 = 1\,725 \text{ m}).$$

1.4. *Necesarul de prăjini de foraj stînga*

Cantitatea de prăjini de foraj stînga folosite pentru intervenţii este egală cu produsul dintre coeficientul de prăjini stînga şi prăjinile de foraj active.

Coeficientul de prăjini stînga S se ia în funcţie de o serie de parametri (presiunile de fund, înclinarea şi alcătuirea stratelor etc.), valoarea sa determinîndu-se pe bază de date statistice.

Cantitatea de prăjini de foraj stînga este egală cu coeficientul de prăjini stînga multiplicat cu cantitatea de prăjini active :

$$N_6 = S.\ \frac{P}{12} Ad.\ m. \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.\ m.} \right), \qquad (6)$$

S fiind coeficientul de prăjini stînga 0,08 — 0,10.

Exemplu : Se dau :

P = 230 000 m ;
$Ad.m.$ = 1 350 m ;
V = 500 m/lună ;
S = 0,10 ;
t = 1 lună.

Să se afle necesarul de prăjini stînga pentru întreprindere

$$N_6 = S\ \frac{P}{12}\ Ad.\ m. \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.\ m.} \right) = S \frac{P}{12} \left(\frac{Ad.m. + Vt}{V} \right).$$

$$N_6 = 0{,}10 \frac{230\,000}{12} \cdot \frac{1\,350 + 500}{500} = 0{,}10 \cdot 19.165.3.07.$$

$$N_6 = 5\,880 \text{ m}.$$

★

Suma cantităţilor de prăjini de foraj active (prima garnitură şi a doua garnitură), de prăjini de foraj de rocadă, de prăjini de foraj pentru înlocuirea consumurilor pe o perioadă din an şi de prăjini de foraj stînga constituie patrimoniul unei întreprinderi :

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6.$$

Înlocuind în această formulă valorile lui N_1, N_2 ... N_6 din formulele 1, 2, ... 6 se obţine :

$$N = \left(1 + \frac{2}{3} g_2 \cdot \frac{Ad.\ m.}{Ad.m. + Vt} + r + 0{,}30 k_1 + 0{,}30 k_2 + S\right) \frac{P}{12} Ad.\ m.$$

$$\left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.\ m.} \right).$$

Coeficientul :

$$b_1 = 1 + \frac{2}{3}\ g_2 \frac{Ad.\ m.}{Ad.m. + Vt} + r\ + 0{,}30\ k_1 + 0{,}30\ k_2 + S$$

variază de la o întreprindere la alta în limitele 1,40 — 1,80.

Formula după care se calculează necesarul de prăjini de foraj al unei întreprinderi care are de săpat sonde sub 3 950 m este :

$$N = b_1 \frac{P}{12} \frac{Ad.\ m. + Vt}{V}, \qquad (7)$$

unde :

N este patrimoniul de prăjini de foraj pentru sonde a căror adîncime este sub 3 950 m ;
P — planul de foraj anual, m ;
$Ad.m.$ — adîncimea medie, m ;
V — viteza comercială, m/lună ;
b_1 — coeficientul de majorare al prăjinilor de foraj active.

Exemplu: Se dau :

P = 230 000 m ;
V = 500 m/lună ;
$Ad.m.$ = 1 350 m ;
b_1 = 1,70 ;
t = 1 lună.

Să se calculeze necesarul de prăjini de foraj pe care trebuie să-l aibă o întreprindere în patrimoniu :

$$N = b_1 \frac{P}{12} \frac{Ad.\ m. + Vt}{V} = 1{,}70 \frac{230\,000}{12} \cdot \frac{1\,350 + 500}{500}.$$

$$N = 1.70 \cdot 19.165 \cdot 3{,}07 = 100\,000 \text{ m}.$$

2. Calculul necesarului de prăjini pentru mare adîncime

La sondele de mare adîncime, formula (7) trebuie îmbunătăţită, deoarece pentru aceste sonde se cer condiţii speciale în ceea ce priveşte calitatea prăjinilor şi construcţia sondelor.

Dacă la sondele cu o adîncime sub 3 950 m procentul de sonde care lucrează cu două garnituri variază între 10 şi 60% din totalul sondelor, la sondele de mare ad ncime toate sondele lucrează cu cel puţin două garnituri de prăjini de foraj.

Prima garnitură, după ce a săpat circa 2/3 din adîncimea sondei, nu mai găseşte utilizare imediat, deoarece nefiind în număr mare pe unitatea de foraj, soudele de mare adîncime nu au o frecvenţă mare de montaj.

Deci cantitatea de prăjini de foraj pentru prima garnitură va fi egală cu $\frac{2}{3}$ din raportul $\frac{Ad.\ m.}{Ad.\ m. + Vt}$ multiplicat cu cantitatea de prăjini active.

În formula (1) se înlocuieşte $g_2 = 1$, obţinîndu-se :

$$N_2 = \frac{2}{3} \frac{Ad.\ m.}{Ad.\ m. + Vt} \frac{P}{12} Ad.\ m. \left(\frac{1}{V} + \frac{t}{Ad.\ m.} \right). \qquad (8)$$

Coeficientul $\frac{2}{3} \frac{Ad.\ m.}{Ad.\ m. + Vt}$ se va calcula pentru fiecare unitate de foraj.

Cantitatea de prăjini stînga pentru anumite intervenţii nu se mai poate exprima în procente din prăjinile active, decît în cazul în care numărul sondelor de mare adîncime depăşeşte cifra 10 şi atunci se poate calcula chiar după formula sondelor obişnuite.

În afară de aceasta, mai trebuie mărit patrimoniul pentru aceste sonde cu a treia garnitură, pentru cazurile în care construcţia sondei impune acest lucru.

Cantitatea de prăjini de foraj necesară forării sondelor de mare adîncime este egală cu produsul dintre coeficientul de majorare al prăjinilor active, multiplicat cu prăjinile active şi majorat cu de două ori adîncimea sondei celei mai adînci :

$$N = b_2 \frac{P}{12} \frac{Ad.\ m. + Vt}{v} + 2Ad.\ max. \qquad (9)$$

$$b_2 = 1 + \frac{2}{3} \frac{Ad.\ m.}{Ad.\ m. + Vt} + r + 0{,}30\ (k_1 + k_2),$$

în care :

N este cantitatea de prăjini de foraj necesară forării sondelor de mare adîncime ;
b_2 — coeficientul de majorare al prăjinilor active ;
$Ad.m.$ — adîncimea medie a sondelor, m ;
P — planul anual al sondelor de mare adîncime, m ;
V — viteza comercială, m/lună ;
$Ad.\ max.$ — adîncimea maximă de săpat a unei sonde ;
t — 1 lună.

b_2 variază între 1,80 și 2,00.

Formula (9) derivă din formula (7), pentru care s-au dat explicațiile necesare în text.

Ultimul termen al formulei (9) cuprinde o garnitură de prăjini stînga și garnitura a treia, ce se folosește la sondele de mare adîncime.

Exemplu : Se dau :

$P = 5\ 200$ m ;
$Ad.\ m. = 4\ 500$ m ;
$V = 250$ m/lună ;
$b_2 = 1{,}36$;
$Ad.\ max. = 4\ 500$ m.

Să se afle cantitatea de prăjini de foraj necesară săpării acestei sonde :

$$N = b_2 \frac{P}{12} \frac{Ad.m. + Vt}{V} + Ad.\ max. =$$

$$= 1{,}96 \frac{5\ 200}{12} \frac{4\ 500 + 250}{250} + 2 \times 4\ 500.$$

$$N = 1{,}96 \times 4{,}33 \times 19 + 9\ 000 = 16\ 165 + 9\ 000 =$$

$$\cong 25\ 000 \text{ m.}$$

3. Consumul anual de prăjini de foraj

Prin consum anual de prăjini de foraj se înțelege totalitatea prăjinilor care devin inutilizabile, datorită defecțiunilor, accidentelor etc., și care trebuie înlocuite pentru a asigura continuitatea activității de foraj.

Cantitatea de prăjini de foraj active multiplicată cu coeficientul statistic de prăjini casate anual dă consumul de prăjini anual :

$$K_p = k \frac{P}{12} \frac{Ad.m. + Vt}{V}, \qquad (10)$$

în care :

$$k = k_1 + k_2.$$

K_p este consumul anual de prăjini de foraj sau cantitatea de prăjini ce trebuie comandate pentru acoperirea consumului anual, m ;
k — coeficientul de prăjini de foraj ce se prescriu prin raport cu prăjinile de foraj active, calculat din consumul de prăjini anual, raportat la patrimoniu și care variază între 0,20 și 0,30.

Exemplu. Se dau :

$P = 230\ 000$ m ;
$Ad.m. = 1\ 350$, m ;
$V = 500$ m/lună ;
$t = 1$ lună ;
$k = 0{,}30$;
$b_1 = 1{,}60$ (raportul între patrimoniu și prăjinile active) ;
Amortizarea = 25% din valoarea patrimoniului.

$$K_p = k \frac{P}{12} \frac{Ad.m. + Vt}{V} = 0{,}30 \frac{230\ 000}{12} \frac{1\ 350 + 500}{500}.$$

$$K_p = 0{,}30 \times 19\ 165 \times 3{,}07 = 17\ 650 \text{ m.}$$

Din punct de vedere financiar, se amortizează anual 25% din patrimoniu (în datele exemplului), ceea ce înseamnă că se amortizează $0{,}25 \times 1{,}60 = 0{,}40$ din prăjinile de foraj active, patrimoniul fiind mai mare cu 1,60 decît prăjinile active.

Pentru ca amortizarea să fie apropiată de consumul real va trebui să fie :

$$\frac{0{,}30}{1{,}60} = 0{,}18 \text{ din valoarea patrimoniului.}$$

4. Patrimoniul specific de prăjini de foraj

Cantitatea de prăjini de foraj necesară unei întreprinderi pentru fiecare metru săpat este egală cu raportul dintre patrimoniul de prăjini de foraj și planul anual de foraj :

N_s este patrimoniul specific de prăjini de foraj, m/metru săpat ;
b_1 — coeficientul de majorare al prăjinilor de foraj active, pentru sonde mai mici de 3 950 m ;
b_2 — coeficientul de majorare al prăjinilor de foraj active pentru sondele de mare adîncime ;
P_1 — planul anual de foraj al sondelor mai mici de 3 950 m ;
P_2 — planul anual de foraj al sondelor de mare adîncime ;
$Ad.m._1$ — adîncimea medie a sondelor mai mici de 3 950 m ;
$Ad.m._2$ — adîncimea medie a sondelor de mare adîncime ;
V_1 — viteza comercială a sondelor mai mici de 3 950m ;
V_2 — viteza comercială a sondelor de mare adîncime ;
$Ad.\ max.$ — adîncimea sondei celei mai adînci ;
$P = P_1 + P_2$, planul anual total de foraj.

Exemplu : Se dau :

$P_1 = 230\ 500$ m ; $Ad.m._1 = 1\ 350$ m ;
$P_2 = 5\ 200$ m ; $Ad.m_2 = 4\ 500$ m ;
$b_1 = 1{,}70$; $V_1 = 500$ m/lună ;
$b_2 = 1{,}96$; $V_2 = 250$ m/lună ;
$Ad.max. = 4\ 500$ m ; $P = 235\ 700$ m.

Să se afle patrimoniul specific al întreprinderii.

$$N_s = \frac{b_1 \frac{P_1}{12} \frac{Ad.m._1 + V_1 t}{V_1} + b_2 \frac{2}{12} \frac{Ad.m._2 + V_2 t.}{V_2}}{P} +$$

$$+ \frac{2 Ad.max.}{P} =$$

$$= \frac{1{,}70 \frac{230\ 200}{12} \frac{1\ 350 + 500}{500} + 1{,}96 \frac{5\ 200}{12} \frac{4\ 500 + 250}{250}}{235\ 700} =$$

$$= \frac{2.\ 4\ 500}{235\ 700}.$$

$$N_s = \frac{100\ 000 + 25\ 000}{235\ 700} = \frac{125\ 000 \text{ m}}{235\ 700 \text{ m de săpat}} =$$

$$= 0{,}53 \text{ m/m săpat.}$$

5. Consumul specific de prăjini de foraj

Consumul specific de prăjini de foraj este raportul dintre consumul de prăjini și planul de foraj anual :

$$K_s' = \frac{K_p}{P} = \frac{k \frac{P}{12} \frac{Ad.m. + Vt}{V}}{P} = \frac{k}{12} \frac{Ad.m. + Vt}{V}$$

$$K_p = \frac{k}{12} \frac{Ad.\ m. + Vt}{V} \text{ m/m săpat,} \qquad (12)$$

în care :

K_s este consumul specific de prăjini de foraj, m/m săpat ;
P — planul anual de foraj, m ;
$Ad.m.$ — adîncimea medie, m ;
V — viteza comercială, m/lună.

Exemplu : Se dau :

$Ad.m.$ = 1 350 m ;
V = 500 m/lună ;
k = 0,30 ;
t = 1 lună.

Să se afle consumul specific de prăjini pe metru săpat.

$$K_s = \frac{k}{12}\,\frac{Ad.\,m. + Vt}{V} = \frac{0{,}30}{12}\,\frac{1\,350 + 500}{500} = 0{,}025 \times 3{,}07 ;$$

$$K_s = 0{,}076 \text{ m/m săpat.}$$

Transformarea unității de măsură a consumului specific din m/m săpat în kg masă/m săpat se face astfel :

Cele mai utilizate prăjini sînt de dimensiunile 5 9/16" și 4 1/2."

Pentru sondele de adîncime mai mică de 3 950 m, raportul dintre prăjinile de 4 1/2 și 5 9/16 utilizate este :

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\dfrac{P}{12}\,\dfrac{Ad.\,m. + Vt}{V}}{\dfrac{P}{12}\,g_2\,\dfrac{Ad.m. + Vt}{V}} = \frac{1}{g_2}.$$

Se iau următoarele greutăți STAS 6761 — 63 și STAS 323—64.

mufă 41/2" = 10 kg/buc. ;
mufă 59/16 = 15 kg/buc. ;
prăjini 41/2" = 25 kg/m ;
prăjini 59/16 = 35 kg/m.

Greutatea pe m, ținînd seama de greutatea mufelor, este :

prăjini de 4 1/2" : $\dfrac{25 \text{ kg} \times 9 + 2 \times 10}{9} = 27 \text{ kg} ;$

prăjini de 5 9/16" : $\dfrac{35 \text{ kg} \times 9 + 2 \times 15}{9} = 38 \text{ kg}.$

Transformarea în kg/masă a consumului specific este :

$$k_s g = g_2 \times k \times 38 + (1 - g_2)k + k \times 25,$$

în care :

k_s este consumul specific de prăjini, kg masă/m săpat ;
g_2 — raportul dintre prăjinile active, garnitura întîi, și prăjinile active, garnitura a doua ;
k — consumul specific de prăjini de foraj, m/m săpat.

Exemplu. Se dau :

g_2 = 0,25 ;
k = 0,075 m/m săpat.

Să se transforme k în kg masă

$$k_s g = g_2 \times k \times 38 + (1 - g_2)\, k \times 25 = 0{,}25 \times 0{,}076 \times 38 + (1 - 0{,}25)\ 0{,}076 \times 25 = 0{,}72 + 1{,}43 = 2{,}15 \text{ kg masă/m săpat.}$$

Întreprinderile de foraj calculează în mod obișnuit norma de consum în funcție de instalațiile-lună. Raportul dintre consumul total de prăjini de foraj și instalațiile-lună dintr-un an este egal cu norma de consum pe instalație-lună.

$$k_{si} = \frac{Kp}{i} = \frac{k\,\dfrac{P}{12}\,\dfrac{Ad.m. + Vt}{V}}{\dfrac{P}{V}} = \frac{k}{12}\,(Ad.m. + Vt),$$

în care :

k_{si} este norma de consum raportată la instalația-lună ;
K_p — consumul total de prăjini pe an ;
i — instalația lună ;
k — coeficientul de prăjini de foraj ce se prescriu prin raport cu prăjinile de foraj active ;
$Ad.m.$ — adîncimea medie, m ;
V — viteza comercială, m/lună ;
t — 1 lună.

Transpunerea în kg masă a normei de consum se efectuează cu relația :

$$K_{sig} = g_2 \times k_{si} \times 38 + (1 - g_2)k_{si} \times 25.$$

Pentru sonde mai adînci de 3 950 m, transformarea consumului din m/kg săpat în kg masă/m săpat se face după aceeași relație, în care g_2 = 0,65.

6. Coeficientul de utilizare a prăjinilor de foraj din patrimoniul întreprinderilor

Coeficientul de utilizare a_1 al prăjinilor de foraj în lucru la sondă este egal cu raportul dintre timpul de funcționare al prăjinilor (prin funcționare se înțelege sapă + manevră) și timpul calendaristic exprimat în ore :

$$a_1 = \frac{\text{timpul de funcționare al prăjinilor în lucru}}{\text{timpul calendaristic}}$$

Coeficientul de utilizare a_2 a prăjinilor de foraj active este egal cu raportul dintre cantitatea de prăjini de foraj în lucru și cantitatea de prăjini de foraj active, diminuat cu imobilizarea în bazele tubulare pentru controlul periodic.

$$a_2 = \frac{Ad.\,m.}{Ad.\,m. + V\,t\,\left(1 + \dfrac{12\,d_1 \cdot a_1}{5}\right)},$$

în care :

a_2 este coeficientul de utilizare a prăjinilor active ;
$Ad.m$ — adîncimea medie, m ;
V — viteza comercială, m/lună ;
d_1 — imobilizarea în baza tubulară ;
a_1 — coeficientul de utilizare al prăjinilor de foraj în lucru ;
t — durata transportului în luni.

După cum se vede din formulă, coeficientul de utilizare a prăjinilor de foraj active este proporțional cu adîncimea medie a sondelor și invers proporțională cu suma adîncimii medii cu produsul dintre viteza comercială și durata de transport.

Coeficientul de utilizare a_3 a patrimoniului de prăjini de foraj este egal cu raportul dintre prăjinile de foraj active și prăjinile de foraj din patrimoniu :

$$a_3 = \frac{\text{prăjinile de foraj active}}{\text{prăjinile de foraj patrimoniu}}$$

$$a_3 = \frac{\dfrac{P}{12}\,\dfrac{Ad.\,m. + Vt}{V}}{b\,\dfrac{P}{12}\,\dfrac{Ad.\,m. + Vt}{V}}$$

$$a_3 = \frac{1}{b}.$$

în care :

a_3 este coeficientul de utilizare a patrimoniului de foraj ;

b — coeficientul de majorare a patrimoniului de foraj față de prăjinile active.

În general întreprinderile de foraj au sonde de adîncime de pînă la 3 950 m și de peste 3 950 m, deci calculul necesarului de prăjini se efectuează cu ambele formule, (7) și (9). În acest caz, se va calcula coeficientul de utilizare a patrimoniului de prăjini de foraj, pentru sonde de adîncime sub 3 950 m și separat pentru sonde cu adîncimea de peste 3 950 m.

Se va efectua apoi media ponderată a acestor coeficienți și se va afla astfel coeficientul de utilizare a patrimoniului de foraj al unei întreprinderi.

Coeficientul de utilizare a patrimoniului de prăjini pentru sonde sub 3 950 m este :

$$a_3 = \frac{1}{b_1}, \tag{13}$$

în care :

a'_3 este coeficientul de utilizare pentru sonde $<3\,950$ m ;

b_1 — coeficientul de majorare a patrimoniului de foraj față de prăjinile active.

Coeficientul de utilizare a patrimoniului de prăjini de foraj pentru sonde de peste 3 950 m este :

$$a''_3 = \frac{1}{b_2},$$

în care :

a''_3 este coeficientul de utilizare pentru sonde $>$ 3 950 m ;

b_2 — coeficientul de majorare a patrimoniului de foraj față de prăjinile active.

Media ponderată a acestor coeficienți este egală cu coeficientul de utilizare a_3 a patrimoniului de prăjini de foraj al unei întreprinderi :

$$a_3 = \frac{a'_3\, b_1 \dfrac{P_1}{12} \dfrac{Ad.\, m_1 + V_1 t}{V_1} + a''_3 b_2 \dfrac{P_2}{12} \dfrac{Ad.\, m_2 + V_2 t}{V_2}}{b_1 \dfrac{P_{.1}}{12} \dfrac{Ad.m_{.1} + V_{.1}\, t}{V_{.1}} + b_2 \dfrac{P_{.2}}{12} \dfrac{Ad.\, m_{.2} + V_{.2} t}{V_{.2}}};$$

în care, înlocuind pe a_3 cu valoarea din relația (13) și pe a''_3 cu valoarea din formula (14), se obține :

$$a_3 = \frac{\dfrac{P_1}{12} \dfrac{Ad.\, m_{.1} + V_1\, t}{V_1} + \dfrac{P_2}{12} \dfrac{Ad.\, m_{.2} + V_2\, t}{V_2}}{b_1 \dfrac{P_1}{12} \dfrac{Ad.\, m_{.1} + V_1\, t}{V_1} + b_2 \dfrac{P_2}{12} \dfrac{Ad.m_{.2} + V_2 t}{V_2}}; \tag{15}$$

Coeficientul de utilizare a patrimoniului de prăjini de foraj al întreprinderilor care au de săpat sonde obișnuite și sonde de mare adîncime este egal cu raportul dintre suma prăjinilor active, ale ambelor categorii de sonde, și suma patrimoniului de prăjini de foraj, pentru ambele categorii de sonde. Nu se adună coeficienții de utilizare (13) și (14) pentru a se obține coeficientul de utilizare a patrimoniului de prăjini de foraj al întreprinderii.

Coeficientul de utilizare a unei prăjini din patrimoniul unei întreprinderi de foraj este egal cu produsul dintre coeficientul actual de utilizare a prăjinilor de foraj în lucru, coeficientul de utilizare a prăjinilor active și coeficientul de utilizare a patrimoniului :

în care :

$$a = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3,$$

a este coeficientul de utilizare a unei prăjini aparținînd unei întreprinderi ;

a_1 — coeficientul de utilizare a prăjinilor de foraj în lucru ;

a_2 — coeficientul de utilizare a prăjinilor active ;

a_3 — coeficientul de utilizare a patrimoniului de prăjini de foraj.

Exemplu. Să se calculeze utilizarea unei prăjini din patrimoniul întreprinderii, cunoscîndu-se :

$a_1 = 0{,}58$;
$Ad.\ m. = 1\,350$ m ;
$V = 500$ m/lună ;
$d_1 = 60$ zile ;
$b = 1{,}50$;
$t = 1$ lună.

$$a_2 = \frac{Ad.\ m.}{Ad.\ m. + V.\ t.} = \frac{1\,350}{1\,350 + 500} = \frac{1\,350}{1 + \dfrac{12.d_1.a_1}{5}} = \frac{1\,350}{1 + \dfrac{12.60.0{,}58}{5}} = 0{,}40 ;$$

$$a_3 = \frac{1}{b} = \frac{1}{1{,}50} = 0{,}65.$$

$$a = a_1 \times a_2 \times a_3 = 0{,}58 \times 0{,}40 \times 0{,}65 = 0{,}15.$$

Forme particulare ale ecuaţiilor echilibrelor de fază cu aplicaţii în problemele conductelor magistrale de gaze

G. Manolescu

Asigurarea unei perfecte continuităţi a funcţionării conductelor magistrale de gaze prezintă o importanţă economică excepţională, care se datoreşte :

— alimentării unui număr mare de întreprinderi productive dintre care unele avînd un mers continuu, sînt extrem de exigente în privinţa continuităţii alimentării la parametri constanţi ;

— pagubelor provocate chiar întreprinderilor cu proces întreruptibil, prin timpii morţi de ieşire din regim, respectiv de intrare în regim, perioade în care instalaţiile costă, practic, tot atît cît şi în regim normal, fără a da însă producţia respectivă ;

— accidentelor de o deosebită gravitate provocate de loviturile de berbec ce se produc la punerea în mişcare a dopurilor de fază lichidă acumulate metastabil în porţiunile declive ale conductei.

O dată cu extinderea utilizării la distanţe din ce în ce mai mari a gazelor provenite din zăcăminte mari şi de calitate, a apărut necesitatea de a face faţă vîrfurilor de consum, prin alimentarea suplimentelor de consum din surse apropiate de locul de consumaţie. Cum, în general, înainte de a se recurge la acumularea în puncte apropiate de cele de consum, este mai economic ca aceste suplimente să fie acoperite din zăcăminte cît mai apropiate de locul de consum, chiar foarte mici, însă strict conservate pentru acoperirea acestor vîrfuri, a apărut necesitatea de a se folosi în acest scop chiar zăcăminte cu gaze de calitate „inferioară" (din punctul de vedere unilateral al transportului), gaze cu conţinut sensibil de omologi superiori metanului, susceptibili de a favoriza apariţia de faze lichide de hidrocarburi.

Deşi problema apariţiei unei faze lichide de hidrocarburi prezintă multe laturi comune cu aceea a apariţiei fazelor lichidă şi solidă apoase (criohidraţi), aceste aspecte publicate în literatura de specialitate în ultimii 40 de ani, nu vor fi examinate în cadrul lucrării de faţă.

Ca şi în cazul apei, soluţia cea mai raţională din punct de vedere tehnic este şi în cazul hidrocarburilor, cea a eliminării componenţilor susceptibili de a promova apariţia de faze lichide, încă înainte de intrarea în conducta magistrală. Situaţia particulară a dispersării surselor locale suplimentare menţionate îngreuiază o tratare centralizată a acestora, prin aceea că lasă deschisă problema fazelor lichide pînă la punctul de concentrare. Cu toate acestea, o asemenea soluţie este preferată unei dispersări a tratării la sursă (sonde sau grupuri de sonde apropiate).

În acest sens trebuie menţionat faptul că, încă cu peste 20 de ani în urmă, s-au pus la punct unităţi complet automatizate de deshidratare prin absorbţie-desorbţie cu etilenglicoli, funcţionînd fără nici o supraveghere în condiţii economice acceptabile, chiar la debite de gaze de 100 000 N m^3/zi, de ordinul producţiei unei singure sonde.

Deşi, după cunoştinţele autorului, nu s-au pus încă la punct instalaţii automatizate de capacitate comparabilă pentru eliminarea-recuperarea fracţiunilor C_{2+} sau C_{3+}, este de presupus că o asemenea soluţie este din ce în ce mai apropiată de competitivitate economică, mai ales în urma progresului miniaturizării şi a ieftinirii corespunzătoare în automatică. Deocamdată, soluţia cea mai răspîndită este aceea de a se căuta realizarea separării hidrocarburilor condensabile în aceeaşi instalaţie folosită pentru deshidratarea prin adsorbţie.

Cum adsorbantul cel mai răspîndit în ultimul timp pentru deshidratare, silicagelul, prezintă şi o capacitate sensibilă de adsorbţie şi pentru hidrocarburi, ţelul este ipso, facto, parţial atins.

Cum însă exploatarea în aceste condiţii a unora dintre conductele magistrale de gaze s-a lovit de inconvenientele apariţiei de faze lichide-hidrocarburi, cu toate inconvenientele menţionate, s-a pus problema eliminării lor.

În acest scop, pornind de la constatarea că „condensatul" scurs de-a lungul conductei magistrale de gaze prezintă curbe de distilare deplasate cu atît mai mult către temperaturile mari cu cît lichidele respective sînt recoltate mai din aval, autorul lucrării de faţă a emis ipoteza că în acest caz faza lichidă — hidrocarburi—acumulată în conductă nu provine din fenomene de condensare de-a lungul conductei, ci constituie o fază lichidă preexistentă încă de la punctul de intrare în conducta magistrală, fază lichidă care nu a putut fi îndepărtată din curentul de gaze de către instalaţiile prevăzute în acest scop, din cauza incapacităţii acestora de a capta, respectiv de a separa, o fază lichidă fin dispersă.

O cercetare, fără îndoială neexhaustivă, a literaturii de specialitate referitoare la separatoarele de lichide din gaze a arătat că limita inferioară a dimensiunilor picăturilor pretins separate de diferitele tipuri de separatoare, chiar specializate („mist extractors") pentru „ceţuri", se situează între 100 ... 30 μm.

Făcînd abstracţie de caracterul convenţional al acestei „limite", în realitate orice separator are o eficienţă subunitară, cu atît mai scăzută, cu cît dimensiunile monodispersiei ce i se supune spre separare scad, ceea ce face ca în realitate „limita" unui separator să constituie un interval de dimensiuni în interiorul căruia eficienta sa scade, de exemplu, de la 99 la 1%. De asemenea, trebuie menţionat, faptul că limita, respectiv mijlocul intervalului-limită al unui separator, depinde în mare măsură de debitul de gaze.

În aceste condiţii, pentru debite mari de gaze ale conductelor magistrale, autorul lucrării de faţă consideră că majoritatea separatoarelor existente lucrează în suprasarcină în raport cu dimensiunea-limită nominală, ceea ce sporeşte probabilitatea pătrunderii în conductă a unei importante cantităţi de lichid sub formă de dispersie.

Cum posibilităţile de verificare materială directă a acestei ipoteze sînt pentru moment foarte reduse, s-a încercat verificarea ei prin considerente de analiză termodinamică a echilibrelor de fază. Cu toate eventualele incertitudini ale rezultatelor unei asemenea analize, datorate limitării cunoştinţelor actuale ale legităţii respective, posibilităţile de a analiza cu suficientă precizie compoziţiile sistemelor respective de hidrocarburi rezolvării termodinamice a problemei echilibrelor de fază, importanţa unei concluzii semicantitative sau chiar calitative, este considerabilă. Este evident că pentru îndepărtarea unei faze lichide de hidrocarburi fin disperse, eficienţa unor instalaţii concepute pentru extragerea aceloraşi componenţi dintr-o fază gazoasă este, în general, foarte redusă sau chiar nulă (în cazuri particulare ea poate deveni sensibilă, dar în orice caz inferioară unor instalaţii proiectate în acest scop).

În această situaţie, pentru a răspunde la o asemenea problemă într-un caz particular, ne-am propus [1] urmărirea variaţiei fracţiunii de lichid a unui sistem de hidrocarburi de compoziţia celui vehiculat într-una din magistralele noastre, la variaţia izotermă a presiunii pentru diferite temperaturi şi în cazul a diferite presiuni de convergenţă ale sistemului, condiţii astfel alese, încît să cuprindă intervale corespunzătoare largi, încadrînd cu siguranţă pe cele prezentate de sistemul real din conductă.

Întrebarea de principiu care se punea era aceea de a şti dacă de-a lungul conductei au loc procese de condensare (retrogradă izotermă sau normală prin răcire) ori de vaporizare (normală izotermă sau prin încălzire).

S-a eliminat de la început cercetarea variaţiei influenţei temperaturii, al cărei efect este evident (transformările retrograde izobare sau cvasiizobare au loc la sistemele de „gaze" într-un domeniu $P-T$ extrem de restrîns şi puţin probabil a fi întîlnit în conducte).

Răspunsul la întrebarea restantă, dacă la o detentă izotermă (practic admisibilă ca atare pentru magistrale) sistemul respectiv suferă o creştere a fracţiunii de lichid (condensare retrogradă) sau o reducere a acesteia (vaporizare normală), a putut fi dat, graţie metodei de calcul redate în cele ce urmează.

Concluziile acestei analize, în cazul citat, au fost cu mare probabilitate în favoarea comportării normale, respectiv a preexistenţei fazei lichide la intrarea în magistrală, ceea ce a dus la propunerea unor măsuri corespunzătoare.

Pentru rezolvarea problemei echilibrului de fază, erau disponibile ecuaţiile generale ale echilibrelor de fază [2, 3, 4, 5], pentru accesibilitate se recomandă şi [6], de forma :

$$\sum x_i = \sum \frac{n_i}{1 + n_G(k_i - 1)} = 1 = \sum y_i = \sum \frac{k_i n_i}{1 + n_G(k_i - 1)} \qquad (1)$$

sau, pentru calcule mai rapide, în cazul general (valori n_G nu extrem de apropiate de 1), satisfăcător rezolvabile chiar cu rigla de 30 cm [6]:

$$\sum \frac{n_i}{\varkappa_i + n_G} = 0. \qquad (2)$$

În cazul particular al problemei de faţă, cu n_G de ordinul a $1-(10^{-2} \ldots 10^{-5})$, convergenţa soluţiilor aproximaţiilor succesive este extrem de lentă şi implică un volum de calcule deosebit de mare, atît din cauza numărului mare de componenţi ai sistemului, respectiv de termeni ai ecuaţiei în n_G şi a gradului corespunzător sporit al acesteia, cît şi datorită faptului că n_L obţinut ca $1 - n_G$, diferenţa a două valori numerice extrem de apropiate, comportă conservarea unui număr de cifre al fiecărui termen, sporit cu 3...5 cifre în comparaţie cu cazul general.

Cu toată uşurinţa oferită de disponibilităţile actuale de aparatură de calcul electronic, volumul operaţiilor de programare-introducere-extragere — interpretare rămîne considerabil şi exclude tratarea de către operatori individuali, lipsiţi de acces prompt la această aparatură.

În ideea economisirii acestui acces, pentru reducerea volumului cerut de operaţii sau chiar pentru ocolirea calculatoarelor electronice, al căror cost de exploatare este încă departe de a fi neglijabil, s-a căutat un sistem

de ecuații care să dea direct pe n_L avînd o convergență mai rapidă a aproximațiilor.

Pornind de la bilanțul componentului i în sistem:

$$n_i = n_G y_i + n_L x_i, \tag{4}$$

în care se substituie:

$$n_G = 1 - n_L \quad \text{și} \quad y_i = k_i x_i,$$

se obține:

$$n_i = x_i(k_i + n_L - k_i n_L) \tag{5}$$

sau:

$$x_i = \frac{n_i}{k_i - n_L(k_i - 1)} = \frac{\dfrac{n_i}{k_i - 1}}{\dfrac{k_i}{k_i - 1} - n_L}, \tag{6}$$

respectiv:

$$y_i = \frac{\dfrac{k_i n_i}{k_i - 1}}{\dfrac{k_i}{k_i - 1} - n_L}. \tag{7}$$

Notînd $\lambda_i = k_i/(k_i - 1)$ și corespunzător,

$$k_i = \lambda_i/(k_i - 1) \tag{8}$$

se poate deduce din grupul (1) de ecuații,

$$\sum y_i - \sum x_i = 0 \tag{9}$$

sau, prin substituțiile corespunzătoare și prin reduceri convenabile, ținînd seama și de comutativitatea sumelor:

$$\sum \left[\frac{\lambda_i n_i}{\lambda_i - n_L} - \frac{(\lambda_i - 1) n_i}{\lambda_i - n_L} \right] = 0 \tag{10}$$

sau:

$$\sum \frac{n_i}{\lambda_i - n_L} = 0, \tag{11}$$

ecuație remarcabil de simplă în n_L, formal de grad $p-1$*.

Practic însă, grație simplicității ecuației (11), nu se prezintă interesul reducerii gradului, reducere care în realitate ar spori volumul de calcule.

Din (6) se poate găsi ușor că:

$$x_i = \frac{(\lambda_i - 1) n_i}{\lambda_i - n_L} \tag{12}$$

și:

$$y_i = \frac{\lambda_i n_i}{\lambda_i - n_L}, \tag{13}$$

ceea ce, între altele, confirmă definiția fizică a lui:

$$k_i = \frac{y_i}{x_i}, \quad \text{aici} \quad k_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_i - 1}. \tag{14}$$

* Sub forma clasică, ecuația este redată în Apendice.

Condus cu discernămînt, calculul prin aproximație al lui n_L este atît de expeditiv, încît este preferabil rezolvării directe posibile, chiar în cazul sistemului cu trei componente, i, j și k, prin ecuația:

$$n_L^2 - n_L \sum n_i(\lambda_j + \lambda_k) + \sum n_i \lambda_j \lambda_k = 0. \tag{15}$$

Numai în cazul sistemului cu două componente, caz cu aplicație redusă în situațiile din conducte, rezolvarea directă rămîne preferabilă cu:

$$n_L = n_1 \lambda_2 + n_2 \lambda_1. \tag{16}$$

În acest caz particular, condiția $n_L = 0$ determină condițiile de P, T sau compoziție n_1/n_2, în care au loc începutul condensării sau sfîrșitul vaporizării („punctul de rouă"):

$$\frac{n_1}{n_2} = -\frac{\lambda_1}{\lambda_2}. \tag{17}$$

Ecuația (17) constituie condiția evidentă de compoziție la P și T date. La compoziție și la presiune sau la compoziție și la temperatură date, exprimarea $\lambda_i = f_P(T)$, respectiv a lui $\lambda_i = f_T(P)$, permite găsirea (prin încercări, deoarece funcțiile λ sînt greu exprimabile analitic) valorilor P, respectiv, T, căutate.

Pentru rezolvarea directă a problemei compoziției fazelor sistemului binar, se pot deduce analog:

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= \frac{\lambda_1 - 1}{\lambda_1 - \lambda_2} \cdot \frac{n_1}{n_2}, \quad y_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} \cdot \frac{n_1}{n_2} \\ x_2 &= \frac{\lambda_2 - 1}{\lambda_2 - \lambda_1} \cdot \frac{n_2}{n_1}, \quad y_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \cdot \frac{n_2}{n_1} \end{aligned}\right\} \tag{18}$$

sau, după determinarea prealabilă a fracțiunii de lichid (16):

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{\lambda_1 - 1}{\lambda_1 - n_L} n_1, \quad y_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - n_L} n_1 \\ x_2 &= \frac{\lambda_2 - 1}{\lambda_2 - n_L} n_2, \quad y_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - n_L} n_2. \end{aligned} \tag{19}$$

În cazul sistemului ternar cu componenții 1, 2 și 3, ecuația ce determină starea sistemului, prin n_L, este (15), a cărei rădăcină fizic reală (cea $0 < n_L < 1$) determină prin (12) și prin (13) compozițiile fazelor.

Se obțin astfel rapid și prin procedee algebrice elementare soluții ale problemelor de stare extrem de oneros de obținut pe căile clasice pentru sisteme de hidrocarburi din gama de compoziție a gazelor naturale relativ sărace în componenți grei (practic $n_L < 0{,}02$).

Pentru comoditatea rezolvării este utilă disponibilitatea unui album de diagrame $\lambda_i = f(P, T, P_{cv})$, analoge celor $k_i = f(P, T, P_{cv})$ din [7] și $x_i = f(P, T, P_{cv})$ citate în [6],

a căror alură este redată pentru comparație în figura 1 pentru propan, pentru k_i și $|\varkappa_i|$ respectiv în figura 2, pentru $|\lambda_i|$.

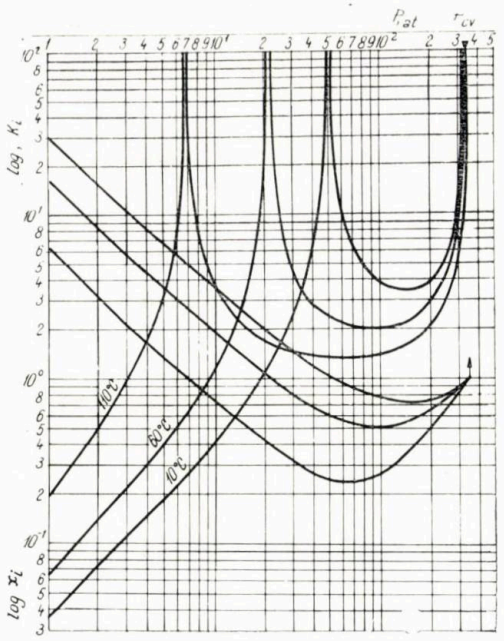


Fig. 1.

Curbele continuu crescătoare se referă la $+\varkappa_i$, respectiv la $+\lambda_i$, iar cele cu minim corespunzătoare, la $-\varkappa_i$, respectiv la $-\lambda_i$.

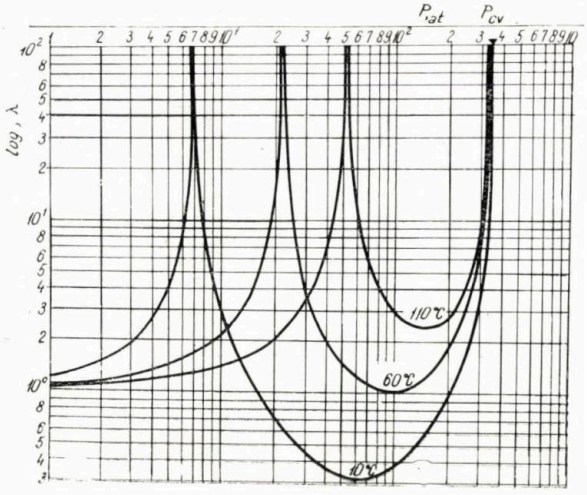


Fig. 2.

Grație sistemului de ecuații indicat, (11), (12i), (13i), devine posibilă rezolvarea problemelor de echilibru de fază al sistemelor de hidrocarburi cu mică fracțiune de lichid, cu toată gama de grade de aproximație (respectiv mijloace de calcul puse în joc) dorite: de la o rezolvare cu rigla de calcul, trecînd prin rezolvarea cu aparatură ușoară (de birou) de calcul, mergînd pînă la calculatoarele automate de cea mai mare capacitate, cărora, totuși, le simplifică programarea și le reduce încărcarea.

Cu ajutorul acestui sistem de ecuații s-au putut efectua calculele echilibrului de fază ale sistemelor (aparent exclusiv gazoase) implicate în lucrarea [1], în gama unor fracțiuni de lichid de $3.10^{-3}\ldots\ 5.10^{-4}=n_L$, cu determinarea compoziției fazelor împinsă pînă la o abatere formală de 10^{-6}, cu aparatură de calcul de tip curent cu circa 30 de ani cu o încărcare acceptabilă a forțelor de muncă ale laboratorului citat.

APENDICE

Sub forma clasică:

$$a_1 n_L^{p-1} + \ldots + a_{p-r} n_L^{p-r} + \ldots\ldots + a_p n_L = 0$$

coeficienții a_i ai acestei ecuații sînt:

$$a_1 = 1$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$a_{p-r} = -1^{n-1} \sum_{i=1}^{i=p} \left[n_i \sum^{(n)} (\lambda_j \lambda_k \ldots \lambda_m) \right]$$

$$a_p = -1^{p-1} \sum n_i \prod{}^{+} \lambda_i,$$

unde:

$\sum^{(n)}$ cuprinde toți termenii-produse cu r factori $\lambda_j \ldots \lambda_m$, realizabili prin permutări circulare, cu excepția celor care ar urma să conțină pe λ_i;

$\prod^{+}$ este produsul tuturor coeficienților $\lambda_j \ldots$, cu excepția lui λ_i.

BIBLIOGRAFIE

1. Manolescu, G. și Soare, E. Cercetări asupra provenienței fazelor lichide separate în conductele magistrale de gaze. Lucrare de colaborare tehnico-științifică, IPGG—DGGM, mai 1969.
2. Souders, A., Selheimer, C. W. și Brown, G. G. Equilibria between liquid and vapor solutions of paraffin hydrocarbons. În: Ind. Eng. Chem., **24**, 1939, p. 517.
3. Kay, W. P. Liquid-vapor phase equilibrium relations in the ethane-*n*-heptane system. În: Ind. Eng. Chem. **30**, 1938, p. 459.
4. Standing, M. B. și Katz, D. L. Vapor-liquid equilibria of natural gas-crude oil systems. În: Trans. AIME **155**, 1944 p. 232.
5. Standing, M. B. Volumetric and phase behavior of oilfield hydrocarbon systems. Reinhold Pub. Co. New York, 1952.
6. Manolescu, G. Posibilități noi în rezolvarea problemelor de echilibru de fază ale sistemelor de hidrocarburi. În: Petrol și gaze, **1**, 1964, p. 16—18.
7. * * * N.G.A.A. Equilibrium ratio data book. Natural Gasoline Ass. of America. Tulsa Okla, 1957.
8. Rachford, H. H. și Rice, J. D. Procedure for use of electronic digital computers in calculating flash vaporization hydrocarbon equilibrium. Trans AIME **195**, J. Petrol Technol., oct. 1952.

Controlul punctului de rouă al hidrocarburilor din gazele cu condensat

O. Ungureanu, Tr. Măntulescu
și Fr. Amann

Exploatarea sondelor de gaze cu condensat, fiind de dată mai recentă, nu a avut la bază o fază de cercetare și de experimentare, astfel încît observațiile asupra comportării gazelor s-au făcut la instalațiile puse în producție și la conductele de transport. Ținînd seama de inconvenientele constatate, de eficiența diferitelor procedee aplicate și de posibilitățile interne de realizare a unor utilaje și dispozitive, în prezent se pot evalua metodele care asigură valorificarea acestor gaze în condiții de siguranță.

Prima condiție în această evaluare o constituie cunoașterea compoziției gazelor în strat, pentru care, din lipsă de aparataj adecvat, s-a ales metoda reconstituirii probei pentru condițiile de zăcămînt pe baza analizei gazelor și a lichidului din separator.

Astfel la probele de producție la sonda 11 H s-au măsurat :

100 000 Nm^3/24 ore gaze și 6 500 l lichid stabil la presiunea atmosferică.

Separarea a avut loc la 32 at și la 10°C.

Analiza gazelor după separator :

O_2	— 0,006 % mol
N_2	— 0,703 % mol
CO_2	— 0,100 % mol
C_1	— 95,862 %mol
C_2	— 1,958 % mol
C_3	— 0,718 % mol
C_4	— 0,481 % mol
C_5	— 0,172 % mol
TOTAL :	100,000 mol

Analiza lichidului scurs din separator :
Caracteristica de distilare :

— inițial	46,5°C
— 20 %	94°C
— 40 %	110°C
— 60 %	137°C
— 80 %	176°C
— 90 %	227°C
— final	239°C

Reconstituind compoziția gazelor în strat, a rezultat :

O_2	0,006 % mol	0,09 g/Nm^3
N_2	0,703 % mol	8,80 g/Nm^3
CO_2	0,100 % mol	1,98 g/Nm^3
C_1	94,727 % mol	677,00 g/Nm^3
C_2	1,956 % mol	26,20 g/Nm^3
C_3	0,740 % mol	14,55 g/Nm^3
C_4	0,536 % mol	13,85 g/Nm^3
C_5	0,244 % mol	7,90 g/Nm^3
C_6	0,204 % mol	7,80 g/Nm^3
C_{7+}	0,784 % mol	44,70 g/Nm^3
	100,000 % mol	805,00 g/Nm^3

Presiunea dinamică la capul de erupție a fost de 123 ata, iar temperatura gazelor a fost de 27°C.

Cea mai simplă metodă de reținere a hidrocarburilor s-ar realiza printr-o separare la temperatură scăzută, obținută prin autorăcire, dar din experimentarea unei asemenea instalații a rezultat că efectul dorit nu se poate obține decît cu aparatură automată, iar, pe de altă parte, separarea la sondă a condensatului pune probleme de depozitare și de transport, greu de soluționat în condițiile reliefului și ale climei din zona respectivă, unde viscolele întrerup circulația perioade îndelungate. Din aceste motive a rezultat ca favorabilă colectarea produsului sondelor într-un punct central, dotat cu utilitățile necesare.

În această stație s-a prevăzut o separare în trepte pentru a reține faza lichidă.

Calculele demonstrează — și experiența a confirmat — că separarea, oricît de eficientă ar fi, nu satisface condițiile cerute pentru transportul monofazic, deoarece, pe traseu, gazele răcindu-se, va apărea lichid, punctul de rouă al hidrocarburilor rămînînd în cel mai bun caz cel din separator, unde gazul a fost în echilibru cu lichidul depus. Astfel, dacă separarea a avut loc la 32 at și la 10°C, compoziția

gazului după separator, dedusă prin calcule iterative, va fi următoarea :

O_2	0,006 % mol	0,09	g/Nm³
N_2	0,703 % mol	8,80	g/Nm³
CO_2	0,100 % mol	1,98	g/Nm³
C_1	95,653 % mol	686,00	g/Nm³
C_2	1,958 % mol	26,20	g/Nm³
C_3	0,718 % mol	14,10	g/Nm³
C_4	0,481 % mol	12,50	g/Nm³
C_5	0,172 % mol	5,57	g/Nm³
C_6	0,094 % mol	3,62	g/Nm³
C_{7+}	0,015 % mol	0,83	g/Nm³
	100,000 % mol	760,00	g/Nm³

Această compoziție corespunde unei eficiențe de 100 % a separatorului.

Punctul de rouă al unui gaz cu condensat este dat de relația :

$$\Sigma\, m/K = 100,$$

în care :

m este participația molară a fiecărui component ;

K — constantă de echilibru a fiecărui component pentru o anumită presiune de convergență.

Component	m, % mol	K, 33 ata, 10°C	$\frac{m}{K}$	Observații
O_2	0,006	—	0,006	
N_2	0,703	24,00	0,029	
CO_2	0,100	1,50	0,067	
C_1	95,653	5,40	17,700	Presiunea de convergență
C_2	1,958	1,00	1,958	
C_3	0,718	0,28	2,560	p.c. = 350 ata
C_4	0,481	0,12	4,000	
C_5	0,172	0,035	4,900	
C_6	0,094	0,011	8,540	
C_{7+}	0,015	0,00025	60,000	Echivalent cu C_{11}
TOTAL :		100,000	99,760	

Cu toate că participația molară a fracțiunii C_{7+} este redusă, datorită faptului că constanta ei de echilibru este foarte mică, influența acestei fracțiuni în atingerea punctului de rouă este importantă. Dacă s-a ținut seama de faptul că separatorul nu poate reține 100 % din faza lichidă, care în majoritate este formată din C_{7+}, se poate ușor explica de ce apare faza lichidă în conductă, după separator, la o scădere neînsemnată a temperaturii.

Dacă din gazul arătat mai sus se extrage fracțiunea C_{7+}, punctul de rouă se deplasează cu circa 30°C, adică la —20°C, ceea ce asigură cu prisosință un transport monofazic.

În general, în țările cu o dezvoltată industrie gazeiferă, valorificarea condensatului se face printr-o adsorbție la temperatură negativă, după care urmează o separare prin fracționare a componenților C_3, C_4 și a gazolinei stabilizate.

Comparînd compoziția gazelor analizate anterior cu cele comunicate în diferite cărți și reviste de specialitate, rezultă că în cazul de față este vorba de un gaz mai sărac ; pe de altă parte gradul de cunoaștere a rezervelor încă nu permite fundamentarea tehnică și economică a unor instalații de absorbție și de fracționare. De aceea s-a admis ca prima etapă de valorificare a acestor gaze să fie drept combustibil, în condiții de siguranță a transportului și a utilizării lor, adică fără apariția fazei lichide.

Deoarece din analiza gazelor și a lichidului reținut în separator rezultă că în cazul studiat nu există urme de H_2S și nici fracțiuni olefinice și ținînd seama de selectivitatea în adsorbție a silicagelului, s-a presupus că fracțiunea C_{7+} ar putea fi adsorbită de silicagel într-o instalație funcționînd cu ciclu mediu.

Întrucît pentru cazul în speță era necesară numai o deplasare a punctului de rouă, s-a proiectat o instalație redată schematic în schița alăturată. Instalația a realizat în timp de cinci

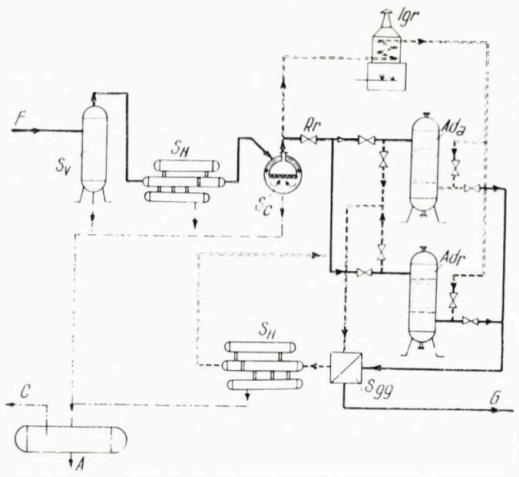


Fig. 1. Schema instalației de tratare a gazelor cu condensat : *F* — fluid (gaz, condensat, apă) de la sondă ; *C* — condensat spre depozitare ; *A* — apă spre tratare *G* — gaz tratat spre magistrală ; *Sv* — separator vertical ; *Sh* — separator orizontal ; *Sc* — separator orizontal cu paravan de ceață ; *Ada* — — adsorber în activitate ; *Adr* — adsorber în regenerare sau răcire ; *Igr* — Încălzitor gaz de regenerare ; *Rr* — robinet de strangulare ; *Sgg* — schimbător de căldură gaz-gaz.

———— circuitul de gaz principal ; ═══ circuitul gazului de regenerare ; — — · — — · — — · — — circuitul de condensat + apă.

luni circa 450 de cicluri, fără a se constata o diminuare a capacității de adsorbție. Debitul zilnic mediu a fost de 800 mii m³, iar lichidul reținut prin absorbție a fost de circa 1,2 cm³/Nm³.

Trebuie menţionat faptul că separarea mecanică nu poate coborî punctul de rouă al unui gaz, acesta rămînînd, chiar în cazul unei eficienţe de 100% a separării, la presiunea şi la temperatura din separator, temperatură care în timpul iernii este totdeauna superioară celei din sol, la care ajunge gazul din conductă. Coborîrea temperaturii gazului în conductă are ca efect imediat apariţia fazei lichide, care cantitativ, este mai importantă decît participaţia fracţiunii C_{7+}. Astfel, spre exemplu, dacă gazul conţine numai 1 cm^3/Nm^3 din fracţiunea C_{7+}, aceasta va condensa toată gama de componenţi, producînd în anumite cazuri 7—8 cm^3 lichid/Nm^3 gaze, cantitate prohibitivă în transportul gazelor naturale.

După adsorbţie nu s-a constatat apariţia fazei lichide în conductă, astfel încît exploatarea a decurs fără dificultăţi.

Datorită poziţiei geografice faţă de marii consumatori, această structură este folosită drept tampon pentru acoperirea vîrfurilor de consum din anotimpul friguros.

Extracţia uscată a hidrocarburilor (Dryex, Dryfrac) este utilizată în S.U.A., pentru reţinerea din gazele semibogate a fracţiunilor C_3, C_4, C_5, prin adsorbţie cu silicagel în ciclu scurt, cu circuit închis al gazului de regenerare şi cu răcirea acestora pînă la temperaturi negative. În astfel de instalaţii sînt necesare cantităţi importante de silicagel.

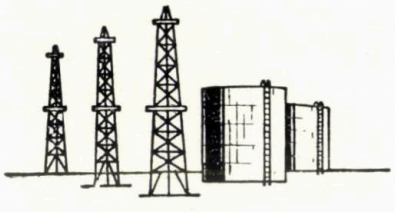
La probele de sită făcute cu ocazia opririi instalaţiei pentru revizie s-a constatat o pierdere de 20% a silicagelului.

Rezultatele încurajatoare obţinute cu acest procedeu de deplasare a punctului de rouă a hidrocarburilor prin adsorbţia fracţiunii C_{7+} justifică preocupările pentru îmbunătăţiri ulterioare, pe baza observaţiilor, a măsurărilor şi a cercetărilor care trebuie făcute.

Este de menţionat faptul că această instalaţie, care realizează şi o deshidratare a gazelor, poate constitui prima treaptă într-un viitor proces de extracţie prin refrigerare, pentru separarea fracţiunilor C_3 şi C_4, dacă rezervele şi evoluţia parametrilor sondelor vor justifica aceasta.

BIBLIOGRAFIE

1. T o f a n, M. Determinarea compoziţiei gazelor cu condensat, din analiza fluidelor separate (nepublicat). Arhiva I.P.F.E., Filiala Braşov.
2. * * * N.G.A.A. Equilibrium Ratio Data Book, Tulsa, 1957.
3. * * * B.S. et B Gas Process, Equipment for the Natural Gas industry, Oklahoma. Buletin 34—154, sept. 1962.
4. * * * Instalaţii de deshidratarea gazelor. Proiecte I.P.F.E.—Braşov, 1965—1968.



Determinarea construcţiei optime a coloanelor de tubaj, cu ajutorul unui calculator electronic de birou

E. Tottolo

Valoarea coloanelor de burlane tubate la sonde intervine cu o cotă importantă în costul total al acestora.

Consumul de metal pentru burlane reprezintă şi el o cotă însemnată din consumul de metal al industriei extractive de petrol şi gaze, s-ar putea spune chiar cea mai importantă cotă a acestui consum.

Calculul construcţiei optime a unei coloane de tubaj se face în vederea determinării, pentru un diametru de burlane ales, a grosimii de perete celei mai economice şi a calităţii oţelului fiecărui tronson din componenţa coloanei, astfel încît aceasta să poată rezista la toate solicitările la care este supusă în timpul tubajului şi pe întreaga durată a exploatării sondei.

În cele ce urmează ne propunem să prezentăm succint metoda de calcul a coloanelor de burlane şi modul de rezolvare a calculului cu ajutorul unui calculator electronic de birou.

1. Calculul construcţiei coloanelor de tubaj

În timpul operaţiei de tubaj şi apoi în timpul exploatării sondelor, burlanele sînt supuse unor solicitări complexe, de tracţiune, de flambaj, de încovoiere, de presiune exterioară, de presiune interioară, de coroziune, de eroziune etc.

Solicitarea la tracţiune se datoreşte greutăţii proprii a coloanei şi este nulă la capătul de jos al coloanei şi maximă la capătul ei de sus. Acest efort se poate mări în timpul manevrelor de deştepenire, în cazul agăţării coloanei de burlane sau al producerii unor forţe mari de frecare.

Solicitarea la presiune interioară sau exterioară se datoreşte presiunii hidrostatice a coloanei de lichid de la puţ şi este nulă la capătul de sus al coloanei şi maximă la capătul ei de jos.

Într-o secţiune oarecare, situată între cele două capete ale unei coloane, burlanele sînt supuse unei solicitări combinate, datorate, pe de o parte, forţelor axiale şi, pe de altă parte, presiunii hidrostatice.

Dacă σ_1, σ_2, şi σ_3 sînt solicitările principale, unitare, după trei axe rectangulare, iar σ_c este limita de curgere a oţelului burlanelor, curgerea va începe cînd:

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\,\sigma_c^2.$$

Dacă cele trei axe de coordonate sînt axele principale şi ţevile au o grosime mică de perete, se va obţine $\sigma_1 = \sigma_a$ (axial), $\sigma_2 = \sigma_t$ (tangenţial) şi $\sigma_3 = 0 = \sigma_r$ (radial), şi deci:

$$(\sigma_a - \sigma_t)^2 + (\sigma_t - 0)^2 + (0 - \sigma_a)^2 = 2\,\sigma_c^2$$

sau:

$$\sigma_t^2 - \sigma_t \times \sigma_a + \sigma_a^2 = \sigma_c^2,$$

ceea ce revine la:

$$\left(\frac{\sigma_t}{\sigma_c}\right)^2 - \frac{\sigma_t \cdot \sigma_a}{\sigma_c^2} + \left(\frac{\sigma_a}{\sigma_c}\right)^2 = 1.$$

Notînd [1]:

$$\frac{\sigma_t}{\sigma_c} = -\,t \text{ şi } \frac{\sigma_a}{\sigma_c} = z,$$

se obţine:

$$t^2 + t \cdot z + z^2 = 1. \qquad (1)$$

Însemnînd cu D diametrul exterior al tronsonului, cu g grosimea lui de perete şi cu K presiunea minimă de turtire, în momentul turtirii:

$$\sigma_{tt} = -\,\sigma_c = \frac{K \cdot D}{2\,g}.$$

La o adîncime dată h, presiunea hidrostatică a lichidului de foraj de greutate specifică γ este $\frac{h \cdot \gamma}{10}$ şi, luînd un coeficient de siguranţă F_p, se obţine:

$$\sigma_t = \frac{h \cdot \gamma}{10} \cdot F_p \cdot \frac{D}{2g}.$$

Rezultă:

$$t = -\frac{\sigma_t}{\sigma_c} = -\frac{\frac{h \cdot \gamma}{10} F_p \frac{D}{2 \cdot g}}{-K \frac{D}{2g}} = \frac{h \cdot \gamma \cdot F_p}{10\,K}.$$

G fiind greutatea coloanei de burlane care se află de la adîncimea h în jos, iar A secţiunea peretelui burlanului:

$$\sigma_a = \frac{G}{A}$$

şi, deci:

$$z = \frac{\sigma_a}{\sigma_c} = \frac{G}{A \cdot \sigma_c}.$$

Înlocuind valorile lui t şi z în ecuaţia (1), rezultă:

$$\left(\frac{h \cdot \gamma \cdot F_p}{10K}\right)^2 + \frac{h \cdot \gamma \cdot F_p}{10K} \times \frac{G}{A \cdot \sigma_c} + \left(\frac{G}{A \cdot \sigma_c}\right)^2 = 1. \qquad (2)$$

Dacă W este greutatea pe unitatea de lungime a burlanelor, înmulţind ambele părţi ale ecuaţiei (2) cu $\left(\frac{A \cdot \sigma_c}{W}\right)^2$ se obţine:

$$\left(\frac{A \cdot \sigma_c}{W} \times \frac{h \cdot \gamma \cdot F_p}{10K}\right)^2 + \frac{h \cdot \gamma \cdot F_p}{10\,K} \times \frac{A\ \sigma_c}{W} \times \frac{G}{A \cdot \sigma_c} \times$$

$$\times \frac{A \cdot \sigma_c}{W} + \left(\frac{G}{A \cdot \sigma_c} \times \frac{A \cdot \sigma_c}{W}\right)^2 = \left(\frac{A \cdot \sigma_c}{W}\right)^2$$

sau:

$$\left(\frac{A \cdot \sigma_c}{W} \times \frac{h \cdot \gamma \cdot F_p}{10\,K}\right)^2 + \frac{h \cdot \gamma \cdot F_p \cdot G \cdot A \cdot \sigma_c}{10K \cdot W^2} + \left(\frac{G}{W}\right)^2 =$$

$$= \left(\frac{A \cdot \sigma_c}{W}\right)^2. \qquad (3)$$

În figura 1 s-a notat adîncimea sondei cu H, adîncimea la care se verifică solicitarea burlanelor cu h, măsurată de la suprafață, și adîncimea la care s-a făcut verificarea anterioară cu h', măsurată de la fund. Lungimea $x = H-(h + h')$ reprezintă un tronson de burlane cu o grosime de perete constantă g și cu greutatea unitară W.

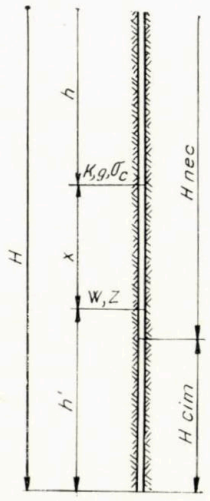


Fig. 1. Schema coloanei

G_0 fiind greutatea burlanelor pe porțiunea h', greutatea G a burlanelor care solicită la tracțiune capătul inferior al porțiunii h va fi :

$$G = G_0 + x \cdot W.$$

Notînd $\frac{G_0}{W} = n$, rezultă :

$$G = (n + x)\, W.$$

Notînd, de asemenea :

$$\frac{A \cdot \sigma_c}{W} = u\,; \quad \frac{10K}{\gamma \cdot F_p} = v \text{ și } \frac{u}{v} = m$$

și făcînd înlocuirile în ecuația (3), se obține :

$$\left(u \cdot \frac{h}{v}\right)^2 + \frac{u}{v}\,(n + x) \cdot h + (n + x)^2 = u^2$$

sau :

$$m^2 \cdot h^2 + m\,(n + x)\,h + (n + x)^2 = n^2$$

sau încă :

$$m^2 \cdot [H-(h' + x)]^2 + m\,(n + x)\,[H-(h' + x)] + \\ +(n+x)^2 = u^2. \qquad (4)$$

Considerînd construcția sondei determinată, începînd de jos, pe adîncimea h', din rezolvarea ecuației (4) va rezulta lungimea x pentru tronsonul care se poate adăuga porțiunii h', astfel încît la partea de jos a porțiunii superioare h, ecuația solicitărilor compuse (4) să fie respectată.

Rezultă că aplicarea ecuației (4), succesiv de jos în sus, duce la determinarea lungimilor de tronsoane x_1, x_2, x_3 etc., de grosimi date de perete, astfel încît, în orice punct solicitările axiale și tangențiale combinate să asigure un coeficient de siguranță față de limita de curgere a materialului σ_c.

Acest mod de determinare a construcției unei sonde duce la un consum minim de metal, pentru condițiile date.

Se demonstrează că notînd [2]:

$$a = \frac{2\,(m^2 - m + 1)}{m(2m-1)}\,;$$

$$b = \frac{2\,(m^2 - m + 1)}{m-2}\,;$$

$$c^2 = \frac{n^2}{m^2 - m + 1}\,;$$

$$d^2 = \frac{4}{3} \cdot v^2\,(m^2 - m + 1),$$

rădăcina valabilă a ecuației (4) va fi :

$$X = \frac{H-h'}{a} + \frac{n}{b} - c\sqrt{1-\left(\frac{H-h' + n}{d}\right)^2}$$

sau :

$$X = \frac{1}{2M}\left[(H-h')\,(2m-1)m + n(m-2) - \right.$$

$$\left. - \frac{\sqrt{3} \cdot u}{v}\sqrt{\frac{4v^2M}{3} - (H-h'+n)^2}\right]$$

sau :

$$X = \frac{1}{2M}\,[(H-h')\,(2m-1)m + n(m-2) - \\ -m\sqrt{4v^2M - 3(H - h' + n)^2}], \qquad (5)$$

în care :

$$M = m^2 - m + 1.$$

Deoarece h' reprezintă $\sum X = x_1 + x_2 + \ldots$ (lungimea însumată a tronsoanelor determinată anterior) ecuația sub forma :

$$X_i = \frac{1}{2M}\left[\left(H - \sum_1^{i-1} x_i\right)(2m-1)\,m + n\,(m-2) - \right.$$

$$\left. - m\sqrt{4\,v^2 \cdot M - 3\left(H + n - \sum_1^{i-1} x_i\right)^2}\right] \qquad (6)$$

poate servi la determinarea tronson cu tronson a construcției optime a unei sonde.

În afară de respectarea coeficientului de siguranță față de limita de curgere a oțelului, trebuie să se îndeplinească și condiția ca greutatea coloanei de burlane obținută, sub fiecare îmbinare, să nu întreacă forța minimă de smulgere din filet Z_f a îmbinării respective, cu un coeficient de siguranță F_z.

Calculul prezentat este valabil pentru partea inferioară și mijlocie a coloanei de burlane.

Calculul pentru partea superioară a coloanei se face numai pe baza forțelor de tracțiune, respectiv a smulgerii din filet, conform ecuației :

$$X = \frac{Z_f/F_z - G}{W}, \qquad (7)$$

în care :

X este lungimea tronsonului nou al coloanei ;
Z_f — forța de smulgere din filet pentru burlanele acestui tronson sau forța de rupere a corpului, dacă aceasta este mai mică ;
F_z — coeficientul de siguranță la tracțiune ;
G — greutatea coloanei de burlane de la talpă pînă la capătul de sus al tronsonului nou ;
W — greutatea unitară a burlanelor tronsonului nou.

Se menționează că la alegerea caracteristicilor burlanelor pe care operatorul le introduce, ca date, în calculator, trebuie să fie eliminate acele burlane pentru care presiunea interioară P_i (din tabele) nu îndeplinește condiția $P_i \geqslant P_s \times F_i$, P_s fiind presiunea stratului și F_i coeficientul de siguranță corespunzător.

Calculul coloanelor de tubaj se încheie prin verificarea lungimii de cimentare, aleasă pe considerente geologice, din punctul de vedere al suprasolicitărilor produse de variația de temperatură și de presiune, dintre momentul cimentării și momentul fixării lor în flanșă.

O secțiune a coloanei situată în zona necimentată este solicitată la tracțiune, de forța:

$$Z = G + 31{,}9 \cdot \Delta t \cdot W_{med} + 0{,}19 \cdot \Delta p \cdot \left(\frac{D}{g_{med}}\right) \cdot W_{med} \qquad (8)$$

în care:

G este greutatea porțiunii de coloană necimentată situată sub secțiunea considerată;
Δt — variația de temperatură dintre momentul cimentării și cel al fixării coloanei în flanșă;
Δp — variația de presiune între aceleași momente;
D — diametrul exterior al burlanelor;
g — grosimea peretelui;
W_{med} — greutatea unitară medie a burlanelor din porțiunea necimentată.

Se pune condiția ca pentru orice secțiune a părții necimentate a coloanei, forța de tracțiune Z, (8) să fie inferioară forței de smulgere din filet a burlanului respectiv, astfel încît să se respecte coeficientul de siguranță la tracțiune F_z, adică:

$$Z \leqslant Z_f / F_z.$$

Avînd în vedere faptul că:

$$G = \sum XW \text{ și } W_{med} = \frac{\sum XW}{\sum X},$$

ecuația se scrie:

$$\sum XW + 31{,}9 \cdot \Delta t \cdot \frac{\sum XW}{\sum X} + 0{,}19 \cdot \Delta p \cdot \left(\frac{D}{g}\right)_{med} \cdot \frac{\sum XW}{\sum X} \leqslant Z_f / F_z$$

sau:

$$\frac{F_z}{Z_f} \frac{\sum XW}{\sum X} \left[\sum X + 31{,}9 \cdot \Delta t + 0{,}19 \cdot \Delta p \cdot \left(\frac{D}{g}\right)_{med} \right] - 1\,000 \leqslant 0. \qquad (9)$$

(Pentru considerente de programare, Z_f este dat în tone).

Raportul $\left(\frac{D}{g}\right)$ rezultă din W, după cum urmează:

$$W = \frac{\pi g (D - g)}{10\,000} 10 \times 7{,}85 \text{ kg/cm}$$

sau:

$$W = \frac{g (D - g)}{40{,}57}.$$

Rezultă:

$$g \cdot D - g^2 = 40{,}57 \cdot W$$

sau:

$$g^2 - D \cdot g + 40{,}57\, W = 0,$$

de unde:

$$g = \frac{D \pm \sqrt{D^2 - 4 \times 40.57\, W}}{2}.$$

Reținem rădăcina:

$$g = \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - 40{,}57 \cdot W}$$

Rezultă:

$$\left(\frac{g}{D}\right) = \frac{1}{2} - \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{40{,}57}{D^2} W}.$$

Inversînd și considerînd cazul unei porțiuni de coloană compusă din burlane diferite se obține:

$$\left(\frac{D}{g}\right)_{med} = \frac{1}{\frac{1}{2} - \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{40{,}57}{D^2} \times \frac{\sum XW}{\sum X}}} \qquad (10)$$

Condiția (9) capătă forma:

$$\frac{F_z}{Z_f} \frac{\sum XW}{\sum X} \left[\sum X + 31{,}9 \cdot \Delta t + \frac{2 \times 0{,}19 \cdot \Delta p}{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 40{,}57}{D^2} \times \frac{\sum XW}{\sum X}}} \right] - 1\,000 \leqslant 0. \qquad (11)$$

Verificarea se face aplicînd formula la fiecare tronson al porțiunii necimentate, începînd de jos.

Dacă într-o secțiune oarecare formula nu se verifică, există două soluții:

— mărirea grosimii peretelui burlanelor pentru tronsonul respectiv;

— mărirea lungimii porțiunii cimentate a coloanei, respectiv micșorarea lungimii porțiunii necimentate.

Alegerea uneia dintre soluții trebuie să se facă ținînd seama atît de considerentele geologice, cît și de cele tehnologice.

Corectarea construcției sondei (profilului de tubaj) a fost rezolvată astfel:

Tronsonul necorespunzător s-a considerat împărțit în zece părți egale, pentru a se aplica inecuația (11) de jos în sus în cele zece puncte. Îngroșarea peretelui va fi necesară numai în punctul în care inecuația (11) nu se verifică.

ΣX fiind lungimea de coloană care include întreg tronsonul deficitar și Σx lungimea de coloană pînă la punctul deficitar, grosimea de perete trebuie mărită pe lungimea:

$$Y = \sum X - \sum x.$$

Lungimea tronsonului cu grosime de perete mai mare, vecin cu tronsonul deficitar se mărește cu valoarea Y, iar lungimea tronsonului deficitar se micșorează cu aceeași valoare.

2. Calculul coloanelor de tubaj cu ajutorul calculatorului electronic

Pentru determinarea construcției optime a coloanelor de tubaj, calculele impuse de metoda expusă în capitolul precedent se pot face cu mai multă ușurință și precizie folosind un calculator electronic de birou.

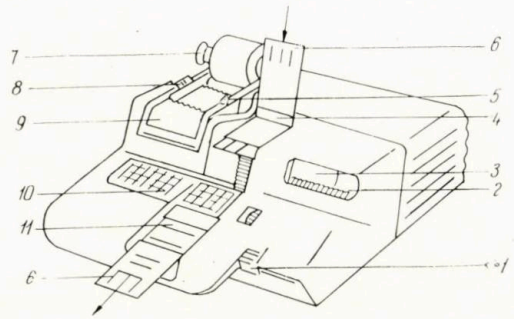
În cele ce urmează se arată succint modul de folosire a calculatorului de birou Programma 101.

Calculatorul electronic de birou O. P. 101 se caracterizează printr-o mînuire ușoară și nu cere cunoștințe de specialitate.

Cunoştinţe mai aprofundate în ceea ce priveşte calculatorul sînt necesare pentru elaborarea programelor, dar executarea acestora este simplă şi la îndemîna oricărui tehnolog.

Calculatorul prezentat schematic în figura 2 este cu puţin mai mare decît o maşină electrică de calculat şi se compune din :

1) un întrerupător de alimentare, cu ajutorul căruia calculatorul se poate pune sau scoate din funcţiune ;



Detaliul claviaturii 10.

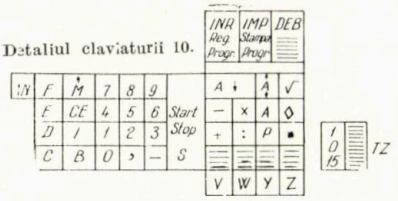


Fig. 2. Schema calculatorului electronic de birou tip Olivetti, Programma 101.

2) o lamă roşie, care semnalează oprirea calculatorului, datorită unor operaţii sau unor manevre greşite ;

3) o lamă verde, care semnalează funcţionarea corectă a calculatorului ;

4) o fantă pentru introducerea cartelei magnetice *6* ;

5) un dispozitiv de comandă manuală pentru decuplarea benzii de hîrtie ;

6) cartele magnetice din material plastic acoperit cu un strat de ferită, avînd două piste pentru înregistrarea programelor, fiecare putînd conţine 120 de instrucţiuni ;

7) un suport al ruloului de hîrtie ;

8) un dispozitiv de comandă pentru mersul liber al benzii de hîrtie ;

9) un dispozitiv de imprimare pe banda de hîrtie ;

10) o claviatură ;

11) o fantă de ieşire a cartelei magnetice.

Claviatura, reprezentată în detaliul în figura 2 jos, se compune dintr-un număr de clape cu caractere alfanumerice şi semne matematice :

— clapa *AN* de anulare generală ;

— clapa *INR* (Reg. Progr.) care se acţionează cînd trebuie să se înregistreze un program în memoria calculatorului şi cînd se trece pe cartela magnetică un program aflat în memoria calculatorului ;

— clapa *IMP* (Stampa Progr.), care se acţionează cînd trebuie să se imprime pe banda de hîrtie un program introdus anterior în memoria calculatorului. Cînd se doreşte să se înregistreze în memoria calculatorului un program de pe cartela magnetică, trebuie ca cele două clape *INR* şi *IMP* să fie degajate. Întotdeauna cartela se introduce prin fanta *4* şi se extrage prin fanta *11*.

— Clapele *A* şi *R*, din dreapta, şi *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, din stînga, care denumesc registrele calculatorului şi în care se memorează date şi rezultate intermediare şi finale. Ultimele se pot folosi întregi, caz în care pot înregistra numere de maximum 22 cifre zecimale, inclusiv semnele şi virgula, sau splitate pentru numere de maximum 11 cifre zecimale. În acest ultim caz, ele se selecţionează acţionînd succesiv clapa de selecţie şi clapa (split).

Registrele *F E* şi *D* pot servi şi la înregistrarea programului în cazul în care acesta depăşeşte 48 instrucţiuni, capacitatea registrelor speciale pentru program (1 şi 2) şi care nu apar pe claviatură. Capacitatea fiecărui registru este de 24 instrucţiuni. În cazul registrelor splitate, prima jumătate are o capacitate de 11 instrucţiuni.

Orice operaţie aritmetică se efectuează cu ajutorul registrelor *A*, *M* şi *R*, dintre care numai primul şi ultimul apar pe claviatură. Primul operand trebuie să se afle în registru *A* şi cel de-al doilea în registrul *M*.

Rezultatul operaţiilor se formează în registrul *A* (unde înlocuiesc primul operand), cu numărul de zecimale preselecţionat. În registul *R* se formează rezultatele complete (formate din numere cu 22 de cifre).

— Clapele $A \downarrow M \uparrow$ şi $A \updownarrow$ servesc la transferul conţinutului registrelor între ele, transfer necesar la executarea diferitelor operaţii de calcul.

— Clapele cu semnele operaţiilor aritmetice $+$, $-$, $\times$, $:$, $\sqrt{}$ servesc la formarea instrucţiunilor pentru operaţiile respective. Se menţionează că primul operand trebuie să se afle în registrul *A*, iar cel de-al doilea în registrul *M*.

Clapele marcate cu un romb şi cu o steluţă servesc la formarea instrucţiunilor pentru scrierea la maşină a conţinutului registrului selecţionat, respectiv a anulării conţinutului registrului selecţionat ($C/\diamond$, B_*).

— Clapele din stînga marcate cu cifre (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) cu, şi — servesc la formarea datelor numerice care se introduc în calculator.

Se menţionează că datele numerice se pot introduce în program (tot în registrul *M*) şi printr-un cod special, care trebuie cerut calculatorului

— Clapa *CE* serveşte la corectarea erorilor de programare şi se acţionează în cursul înregistrării unui program, după claparea incompletă sau completă a unei instrucţiuni greşite.

— Clapa *DEB* serveşte la deblocarea claviaturii în caz de nevoie (dacă s-au apăsat două clape concomitent).

— Clapa *START — STOP* (*S*) serveşte la reluarea executării unui program după introducerea unei date numerice.

— Tamburul de zecimale *TZ* serveşte la prestabilirea numărului de zecimale (0 la 15) cu care dorim să avem rezultatele în registre, respectiv pe banda de hîrtie.

— Clapele *V*, *W*, *Y*, *Z* servesc la selecţionarea programelor sau a subprogramelor, a căror executare dorim să o declanşăm după ce au fost înregistrate în memorie.

— Cu ajutorul acestor litere sînt alcătuite şi instrucţiunile de salturi necondiţionate sau condiţionate. Astfel de instrucţiuni cuprind în afară de literele menţionate şi literele ce denumesc registrele. În program un salt cuprinde o instrucţiune de origine, care declanşează saltul în momentul cînd, executînd programul, calculatorul ajunge la ea şi o instrucţiune de destinaţie, de la care calculatorul reia executarea programului.

După cum rezultă din cele menţionate, toate semnele înscrise pe clapele claviaturii calculatorului pot intra în componenţa unui program, grupate în instrucţiuni, care pot fi :

— instrucţiuni de operaţii aritmetice ($+$, $-$, x, :, $\sqrt{}$, val. abs. separare de zecimale) ;

— instrucţiuni de transfer între registre ;

— instrucţiuni de salturi necondiţionate sau condiţionate ;

— instrucţiuni de serviciu (imprimare pe bandă, anulare, stop, interlinie).

Volumul maxim al unui program poate fi de 120 de instrucţiuni. Orice program are la sfîrşit o instrucţiune de origine şi la început una de destinaţie, de salt necondiţionat.

Pentru înregistrarea programului, instrucţiunile se formează acţionînd pe rînd clapele ce conţin semnele lor.

Într-un program nu se pot folosi pentru lucru decît registrele sau jumătăţile lor care nu conţin instrucţiuni.

Există, totuşi, posibilitatea ca registrul *D* să fie folosit în ambele scopuri.

Executarea unui program înregistrat pe cartela magnetică se face astfel :

— se acţionează întrerupătorul de alimentare *1* (fig. 2) şi clapa de anulare *AN* ;

— se degajează clapele *INR* şi *IMP* ;

— se introduce cartela magnetică prin fanta *4* şi se extrage prin fanta *11* ;

— se aranjează tamburul de zecimale TZ la numărul de zecimale dorit (conform programului);

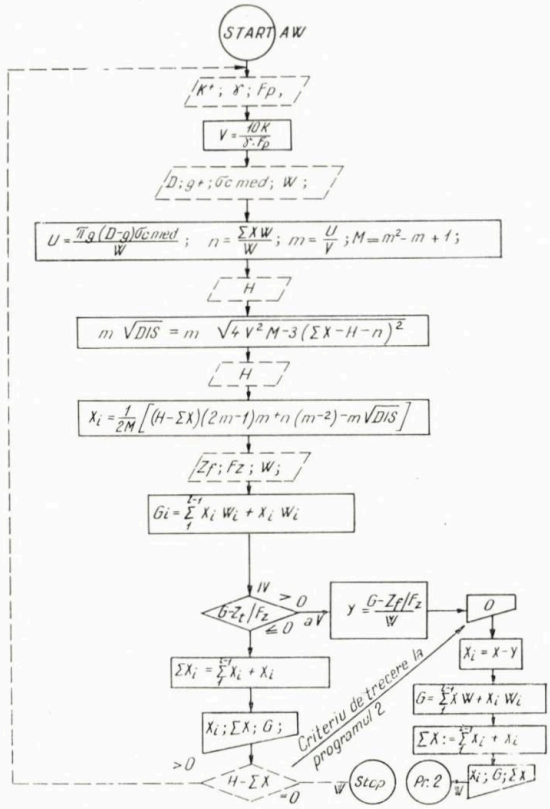


Fig. 3. Schema logică de calcul pentru determinarea profilului părții inferioare și mijlocii a coloanei.

— se acționează clapa de selecție a programului (conform instrucțiunii de la sfîrșitul programului);

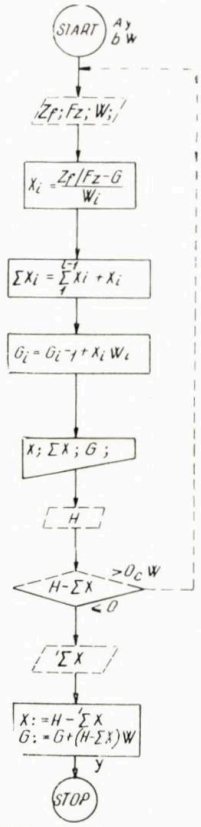


Fig. 4. Schema logică de calcul pentru determinarea profilului părții superioare a coloanei.

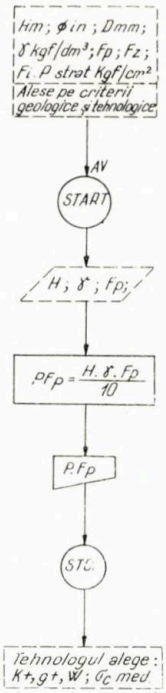
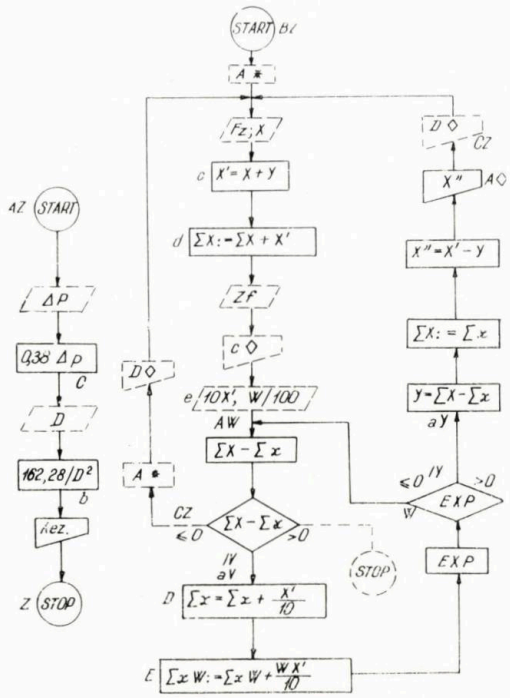


Fig. 5. Schema logică pentru calculul presiunii hidrostatice.



$$EXP = \frac{Fz}{Zf}\,\frac{\Sigma x\,W}{\Sigma x}\left[\Sigma x + 957 + \frac{0{,}38\,\Delta p}{1-\sqrt{1-\frac{162{,}28}{D^2}\,\frac{\Sigma x\,W}{\Sigma x}}}\right] - 1000$$

Fig. 6. Schema logică de calcul pentru verificarea lungimii de cimentare a coloanei.

— se așteaptă de fiecare dată oprirea calculatorului (liniștirea lămpii verzi), pentru introducerea datelor numerice conform programului;

— datele numerice se clapează pe clapele cu cifre (0 la 9 și —);

— se declanșează reluarea programului prin acționarea clapei *S*.

În cazul aprinderii lămpii roșii, care indică o anomalie, cauzele și posibilitățile de depistare sînt:

— depășirea de capacitate a unui registru, în care caz se comandă imprimarea conținutului tuturor registrelor;

— împărțirea prin zero, în care caz se acționează clapa *IMP* și clapa ◇, obținîndu-se imprimarea programului, începînd cu instrucțiunea următoare celei ce a generat eroarea.

— introducerea prin clapare a unui număr care depășește capacitatea registrului *M*, în care caz se acționează clapa de corectură (*CE*), clapînd apoi numărul corect.

Dacă anomalia se produce imediat după introducerea cartelei magnetice în calculator, se verifică starea ei și, eventual, se repetă introducerea.

După stabilirea bazei matematice de soluționare a unei probleme, pentru prelucrarea ei cu ajutorul unui calculator electronic mai sînt necesare două operații:

— e'aborarea schemei logice de ca'cul;

— elaborarea programului.

Schemele logice pentru diferitele etape de determinare a profilului optim al coloanei de burlane sînt arătate în figurile 3, 4, 5 şi 6. În aceste scheme, dreptunghiurile reprezintă operaţii de calcul propriu-zis, paralelogramele — operaţii de introducere de date, romburile — operaţii logice, iar trapezurile — operaţii de extragere a rezultatelor prin scriere la maşină.

La calculatorul de birou, tehnologul colaborează cu calculatorul în tot timpul desfăşurării operaţiilor, introducînd diferitele date de calcul, dintre care unele pot fi condiţionate de anumite rezultate parţiale ce se pot citi pe banda de hîrtie de la ieşire.

Pe baza schemelor logice de calcul arătate în figurile 3, 4, 5 şi 6 au fost elaborate programele de lucru la calculator şi înregistrate pe două cartele magnetice cu două piste, după cum rezultă din tabela 1.

ranţă 1,125 la turtire, 1,57 la smulgere şi 1,25 la presiunea interioară, programul de tubaj arătat în tabela 2.

Pentru comparaţie, s-a arătat în partea dreaptă a tabelului programul de tubaj obţinut prin calcul manual, folosind diagramele de tubaj.

Depăşirea cu 291 334 − 289 611 = 1 723 kg a greutăţii coloanei, în ultimul caz, se datoreşte nepreciziei diagramelor la scara la care sînt desenate.

Erorile la citirea diagramelor sînt în funcţie de acuitatea vizuală a calculatorului şi de starea lui de oboseală şi, desigur, în alte cazuri, pot fi mai mari. Calculul la maşini elimină această sursă de erori.

Verificîndu-se în continuare rezistenţa acestei coloane la suprasolicitările din Δt şi Δp, ea s-a găsit corespunzătoare pentru o lungime de cimentare de la talpă de 2 500 m, însă

TABELA 1

Nr. program	Nr. cartelă	Nr. pistă	Obiectul programului	Intrarea în program
1	I	2	Determinarea valorii PF_p, necesară tehnologului pentru alegerea calităţii burlanelor	*V*
2	I	1	Determinarea lungimii tronsoanelor de coloană, (în funcţie de grosimea de perete aleasă) pentru partea de jos a coloanei, solicitată combinat la tracţiune şi la presiunea exterioară	*W*
3	I	2	Idem pentru partea de sus solicitată numai la tracţiune	*Y*
4	II	1	Verificarea lungimii de cimentare a coloanei, în funcţie de	*Z*
4′	II	2	suprasolicitările rezultate din Δt şi Δ_p	*CZ*

TABELA 2

Calitatea oţelului	D, in.	l m,	g, mm	W, kg/m	G, kg cumulat	Determinarea manuală		
						l	W	G
P 110 XL	7	530,84	13,72	55,78	289 611	570	55,78	31 795
P 110 ML	7	357,40	13,72	55,78	260 000	350	55,78	19 523
P 110 ML	7	419,00	12,65	51,38	240 064	420	51,38	21 580
P 110 ML	7	462,59	11,51	47,64	218 535	460	47,63	21 914
P 110 ML	7	524,66	10,36	43,34	196 497	—	—	—
P 110 ML	7	327,56	9,19	38,89	173 758	2 060	43,34	89 280
P 110 ML	7	1 215,66	10,36	43,34	161 019	—	—	—
P 110 ML	7	974,23	11,51	47,64	108 333	960	47,64	45 734
P 110 ML	7	988,58	12,65	51,38	61 920	980	51,38	50 352
P 110 ML	7	199,48	13,72	55,78	11 127	200	55,78	11 156
Total	—	6 000,00	—	—	289 611	6 000	—	291 334

TABELA 3

l, m	745,9	322,6	420,8	424,8	590,1	117,9	1215,7	974,2	988,58	199,5	Total
W, kg/m	55,78	55,78	51,38	47,64	43,34	38,89	43,34	47,64	51,38	55,78	—
G, kg	41 606	17 945	21 621	20 237	25 575	4 585	52 688	46 411	50 793	11 127	292 588

3. Concluzii

Determinarea construcţiei sondelor cu ajutorul calculatorului electronic de birou introduce o mare siguranţă în calcule şi permite realizarea cu uşurinţă, cînd e cazul a unui număr oarecare de variante de construcţie, cu coeficienţi de siguranţă, diametre, calităţi de oţeluri etc. diferite.

Verificarea adîncimii de cimentare se face, în cazul folosirii calculatorului electronic, cu exactitate, deoarece în expresia suprasolicitării datorită variaţiei de presiune se foloseşte raportul $(D/g)_{med}$, ceea ce nu se face la calculul manual, din cauza volumului prea mare de calcule.

Folosindu-se programele alcătuite, s-a găsit pentru o sondă de 6 000 m adîncime, la care se forează o gaură pentru burlane de 7 in, cu noroi avînd $\gamma = 1{,}3$, luînd coeficienţii de siguranţă necorespunzătoare pentru o lungime de cimentare de numai 1 000 m şi a rezultat tubajul corectat conform tabelei 3.

Folosirea calculatoarelor electronice pentru determinarea profilului optim al coloanelor de burlane, pe lîngă faptul că elimină sursele de erori ce se pot produce la calculul manual şi la folosirea diagramelor, face posibilă şi proiectarea construcţiei sondelor de mare adîncime, pentru care nu există diagrame de tubaj.

BIBLIOGRAFIE

1. Pantazi, D. Construcţia şi tubarea sondelor. Ed. tehnică 1965.
2. Curran, B. E. Simplified design calculations for combination casing. În: World Oil, ian., 1949, p. 87.

Studii asupra naturii chimice a ţiţeiurilor din zăcămintele româneşti de petrol

(Comunicare în sesiunea ştiinţifică jubiliară, aprilie 1969, a institutului Petrol, Gaze şi Geologie)

C. Creangă şi C. Mihul*

Lucrarea de faţă urmăreşte să dea informaţii despre variatul material chimic organic conţinut în zăcămintele româneşti de petrol. În acest scop se vor folosi unele date semnificative, de caracterizare a ţiţeiurilor din ţara noastră, obţinute în cercetările efectuate de mai mulţi ani de autorii acestui referat. Rezultatele complete ale acestora au fost publicate sau comunicate în cea mai mare parte. Această revenire încearcă să prezinte aspecte cu caracter general — o vedere de ansamblu asupra celor stabilite în cercetările amintite.

Studiile de adîncire a cunoaşterii petrolului răspund în primul rînd necesităţii de a valorifica în condiţii optime această materie primă, de neegalată complexitate de amestec, care prezintă şi mari variaţii de compoziţie în raport cu originea geografică şi geologică. De aceste variaţii este obligatoriu să se ţină seamă atunci cînd se urmăreşte o valorificare cît mai bună. Pe lîngă interesul practic, datele asupra naturii chimice a petrolurilor sînt importante pentru studiile geochimice referitoare la geneza şi la migraţia ţiţeiurilor.

De la început trebuie precizat faptul că cercetările a căror rezultate vor fi analizate reprezintă continuarea unei îndelungate şi importante activităţi, cunoscută prin valoroase lucrări în domeniul petrolului, realizate de numeroşi cercetători în frunte cu P o n i, E d e l e a n u, D ă n ă i l ă, acad. N e n i ţ e s c u, dr. C a s i m i r şi alţii.

Lucrarea conţine două părţi; prima se ocupă de caracterizarea ţiţeiurilor întîlnite în cîmpurile petrolifere ale ţării, iar cealaltă se referă la componenţii benzinelor — distilatele pînă la 150°C ale acestor ţiţeiuri.

TIPURI DE ŢIŢEIURI ÎN ZĂCĂMINTELE PETROLIFERE ROMÂNEŞTI

Observaţii preliminare

Datorită marii varietăţi de compoziţie a ţiţeiurilor întîlnite în scoarţa pămîntului, s-a recurs la variate criterii de caracterizare, pentru a le putea grupa în categorii cu însuşiri comune. În acest scop s-au elaborat şi metode de clasificare chimică, între care metoda „Carpatica" [1]. În cercetările amintite, rezultatele studiilor analitice au fost folosite pentru a clasifica ţiţeiurile după această metodă. Indicii structurali [1], prevăzuţi de metoda „Carpatica", caracterizează fondul de hidrocarburi al ţiţeiurilor, iar indicii de calitate[2] definesc proprietăţile lor utile. În cele ce urmează se va folosi acest mod de caracterizare a produselor discutate.

În ţara noastră sînt cunoscute cinci zone petrolifere principale, denumite în raport cu regiunea în care se găsesc: Oltenia, Piteşti, Muntenia subcarpatică centrală, Platforma Moesică şi Moldova. După cum se va putea constata, ţiţeiurile din fiecare zonă prezintă unele caractere specifice, datorate condiţiilor geologice locale diferite.

Primele cercetări de care se ocupă lucrarea au fost efectuate în laboratoarele Comitetului geologic, iar următoarele au fost realizate la catedra de chimia ţiţeiului din Institutul de petrol, gaze şi geologie. În aceste studii au fost cuprinse majoritatea şantierelor petrolifere productive din ţară. Din aceste şantiere s-au recoltat şi s-au analizat 160 de probe reprezentative pentru toate formaţiunile geologice productive la datele recoltărilor. Dintre numeroasele date obţinute vor fi menţionate, pentru fiecare zonă petroliferă, acelea care exprimă caractere specifice pentru ţiţeiurile întîlnite şi variaţii ale compoziţiei lor în raport cu originea geologică.

Ţiţeiurile din Oltenia

În nordul Olteniei, în depresiunea getică, se exploatează formaţiuni terţiare din Neogen — Sarmaţian şi Helveţian şi formaţiuni mezozoice — din Dogger — Jurasic. Pentru toate aceste formaţiuni s-au recoltat 21 de probe reprezentative. Rezultatele obţinute [2, 3, 4] au dus la constatările ce urmează. După variaţia fondului de hidrocarburi, ţiţeiurile se distribuie în trei clase: parafin-nafteh-aromatice, parafin-naftenice

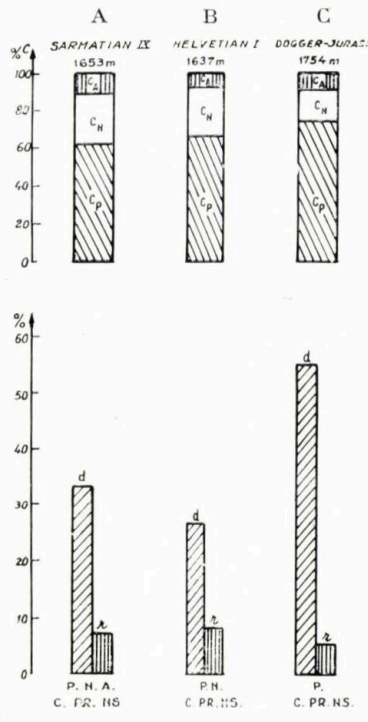


Fig. 1. Ţiţeiuri din Oltenia, date de caracterizare. Simboluri în clasificarea „Carpatica":

C_A, C_N, C_P — indici structurali; d, r — indici de calitate; P.N.A., P. N., P. — clase de ţiţeiuri; C. PR. NS, C. PR. NS., C. PR. NS — grupe de ţiţeiuri.

*)Colaboratori: F l o r i c a D u m i t r e s c u, V i o r i c a C a r a i a n i, C a r m e n L e r e s c u, S o f i a R ă d u l e s c u, V. N e g r e s c u, P. N e a c ş u, L u c i a P e t r o v i c i, L i v i a O r ă ş a n u, G h. V i d r a ş c u, E l e n a P o p e s c u G i u r g i u, R. S ă n d u l o v i c i, M a r i a S u c i u, R. C h i ş l e a g, M. S t r a t şi A. V l a h o v i c i.

[1] $\%C_P^t$ = % atomi carbon în catene deschise, $\%C_N^t$ = % atomi carbon în structuri naftenice, $\%C_A^t$ = % atomi carbon în structuri aromatice

[2] c = % ceară, r = % răşini + % asfaltene, s = % sulf, d = % distilat pînă la 200°C.

TABELA 1

Exemple de ţiţeiuri din Oltenia. Date de caracterizare

Şantier	Originea geologică	Adîncimea sondei, m	Indici structurali			Indici de calitate				Clasa	Grupa
			C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
A	Sarmaţian IX	1 640	62	27	11	9	7	0,2	33	P.N.A.	C.PR.NS.
B	Helveţian I	1 325	66	27	7	8	8	0,2	27	P.N.	C.PR.NS.
C	Dogger-Jurasic	1 754	74	17	9	4	5	0,1	55	P.	C.PR.NS.

şi parafinice. Cele mai frecvente sînt ţiţeiurile parafin-naftenice, care, după o apreciere aproximativă, reprezintă mai mult de 70% din producţia zonei. Ţiţeiuri parafinice au fost întîlnite numai în şantierul C; lipsesc cele naften-aromatice.

În tabela 1 şi în figura 1 se găsesc date de compoziţie pentru trei exemple de ţiţeiuri — cîte unul pentru fiecare clasă — compoziţie exprimată prin: indicii structurali, indicii de calitate şi formulele de clasificare. Datele prezentate arată că zona Oltenia se distinge prin predominarea ţiţeiurilor cu caracter parafinic accentuat; astfel, s-a obţinut pentru C_P valori mai mari de 60; corespunzător indicii C_N şi C_A sînt comparativ mici. Indicele C_P creşte cu creşterea vîrstei formaţiunilor geologice; astfel încît ţiţeiurile provenite din mezozoic sînt mult mai parafinice decît cele din terţiar. Multe dintre ţiţeiurile examinate au conţinut mare de ceară şi mic de răşini. Printre caracteristicile interesante, din punct de vedere practic, trebuie subliniat procentul, comparativ ridicat, de distilat pînă la 200°C.

Ţiţeiuri din zona Piteşti

În depresiunea getică, în zona Piteşti, este situat cîmpul petrolifer care exploatează zăcăminte terţiare din pliocen şi din miocen. Pe lîngă faptul că sînt în vecinătate geografică, şantierele de aici constituie o unitate de producţie şi prin unele caractere comune ale ţiţeiurilor extrase, caractere mult deosebite de cele ale ţiţeiurilor din Oltenia. Pentru cunoaşterea lor au fost analizate 14 probe reprezentative [5, 6, 7]. Tabela 2 şi figura 2 conţin date de caracterizare pentru patru exemple; examinîndu-le ies în evidenţă deosebirile menţionate. În majoritatea cazurilor, indicele C_P, variază în jur de 50, cifră cu aproximativ 10 unităţi mai mică decît cele cunoscute pentru multe ţiţeiuri din Oltenia. Comparativ, sînt sensibil mai mari indicii C_N şi C_A. Aceste date arată un caracter parafinic relativ mult scăzut şi o accentuare a celui naftenic şi aromatic. Datorită acestei naturi a fondului de hidrocarburi, în această zonă se întîlnesc numeroase ţiţeiuri naften-aromatice necunoscute în Oltenia. Proporţia celor parafin-naften-aromatice este cu mult mai mare decît în primul caz. Ţiţeiurile parafinice lipsesc, iar cele parafin-naftenice reprezintă numai aproximativ 25%.

Corespunzător fondului de hidrocarburi arătat, al majorităţii ţiţeiurilor din acest cîmp petrolifer, acestea au conţinuturi mici de ceară, unele sînt neceroase; prezintă valori relativ mari pentru indicele „r" — sînt răşinoase; conţin sulf în proporţii de 0,3 — sînt nesulfuroase. În această zonă, ţiţeiurile zăcămintelor F fac excepţie, prin natura lor parafinică mult mai pronunţată. Îndepărtarea de la specificul cîmpului Piteşti poate fi pusă în legătură cu adîncimea mare a zăcămintelor F în comparaţie cu celelalte. Toate ţiţeiurile examinate, din această zonă, sînt bogate în distilatul i—200°C.

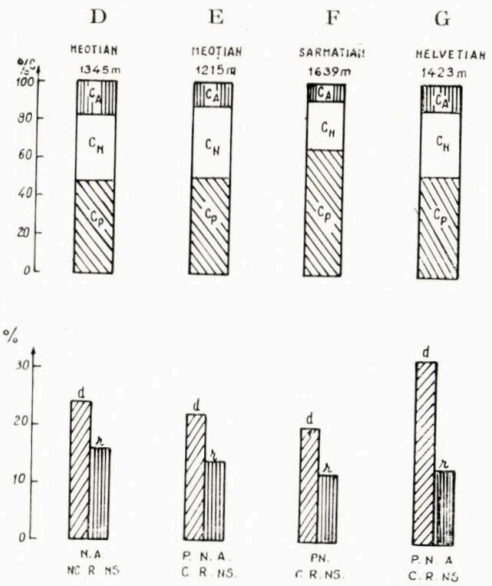


Fig. 2. Ţiţeiuri din zona Piteşti. Date de caracterizare. Simboluri în clasificarea „Carpatica":

C_A, C_N, C_P — indici structurali; d, r. — indici de calitate; N. A., P. N. A. P. N. — clase de ţiţeiuri; NC. R. NS., C. R. NS. — grupe de ţiţeiuri.

TABELA 2

Exemple de ţiţeiuri din zona Piteşti. Date de caracterizare

Şantier	Originea geologică	Adîncimea sondei, m	Indici structurali			Indici de calitate				Clasa	Grupa
			C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
D	Meoţian	1 345	48	35	17	<2	16	0,3	24	N.A.	NC.R.NS.
E	Meoţian	1 215	50	37	13	3	14	0,3	22	P.N.A.	C.R.NS.
F	Sarmaţian	1 639	66	25	9	7	12	0,2	20	P.N.	C.R.NS.
G	Helveţian	1 423	52	34	14	3	13	0,3	32	P.N.A.	C.R.NS.

TABELA 3

Exemple de ţiţeiuri de pe linia diapirelor revărsate. Date de caracterizare

Şantier	Originea geologică	Adîncimea sondei, m	Indici structurali			Indici de calitate				Clasa	Grupa
			C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
H	Meoţian	—	57	30	13	2	16	<0,5	25	P.N.A.	C.R.NS.
I	Helveţian	550	60	28	12	<2	11	<0,5	33	P.N.A.	NC.R.NS.
J	Oligocen	195	53	30	17	<2	12	<0,5	34	P.N.A.	NC.R.NS.

Ţiţeiuri din Muntenia centrală subcarpatică

Structurile petrolifere ale zonei Munteniei centrale subcarpatice sînt localizate pe trei linii : linia nordică a cutelor diapire revărsate, linia de mijloc a cutelor diapire accentuate şi linia sudică a cutelor diapire atenuate şi a criptodiapirelor. Corespunzător acestei diferenţieri pe criterii geologice, s-au constatat şi deosebiri de natură chimică pentru ţiţeiurile provenite din zăcămintele celor trei linii. Despre natura chimică a acestora urmează precizările de mai jos.

Ţiţeiuri de pe linia cutelor diapire revărsate

Pe linia nordică a diapirelor revărsate, şantierele exploatează formaţiuni terţiare — Meoţian, Helveţian, Oligocen. Zăcămintele sînt de mică adîncime.

Dintre rezultatele obţinute [8] pentru zece probe reprezentative de ţiţeiuri, se prezintă, în tabela 3 şi în figura 3, datele

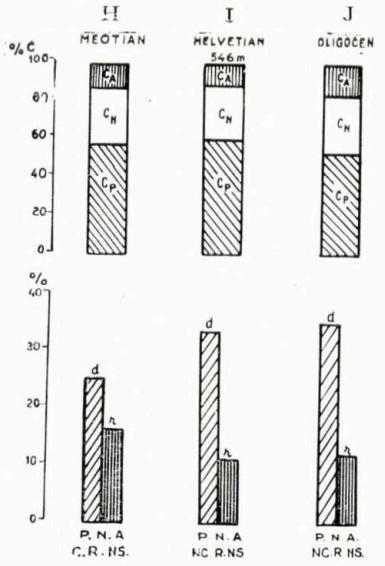


Fig. 3. Ţiţeiuri din Muntenia centrală. Diapire revărsate. Date de caracterizare. Simboluri în clasificarea „Carpatica": C_A, C_N, C_P — indici structurali; d, r — indici de calitate; P. N. A. — clase de ţiţeiuri; C. R. NS., NC. R. NS. — grupe de ţiţeiuri.

pentru trei exemple. Acestea arată că ţiţeiurile acestei linii aparţin clasei parafin—naften—aromatice, ţiţeiuri cu conţinuturi relativ ridicate de hidrocarburi cu structuri moleculare ciclice, naftenice şi aromatice; majoritatea lor sînt neceroase şi răşinoase şi conţin proporţii mari de compuşi volatili — benzine.

Ţiţeiuri de pe linia cutelor diapire accentuate

Această linie a constituit, în trecut, principalul izvor al producţiei de petrol al României. Şantierele importante ale căror ţiţeiuri au fost studiate aparţin Neogenului, exploatîndu-se, la datele recoltării probelor, Levantinul, Dacianul, Meoţianul, Sarmaţianul şi Helveţianul.

Pentru această linie, care conţine numeroase zăcăminte, au fost supuse cercetărilor 50 de probe reprezentative [8]. Tabela 4 şi figura 4 prezintă datele de compoziţie pentru exemple de ţiţeiuri ale liniei. Examinarea lor arată prezenţa a două categorii distincte de produse. Din prima fac parte ţiţeiurile formaţiunilor tinere, Levantin şi Dacian, de mică adîncime (300 — 500 m), din cea de-a doua, cele extrase din Meoţian, Sarmaţian şi Helveţian, zăcăminte de vîrstă mai mare şi de adîncime mult mai mare (1 700 — 2 500 m). Primele au valori mici pentru indicele C_P, sub 50, şi comparativ mari pentru C_N şi C_A. Aceste ţiţeiuri se clasifică ca naften-aromatice, sînt neceroase şi conţin proporţii mari de răşini (în jur de 20%). În producţia liniei discutate, ţiţeiurile naften—aromatice intervin cu 15—20%.

Din a doua categorie fac parte petrolurile cu un pronunţat caracter parafinic, exprimat prin valori mari, între 60 şi 75, pentru C_P. Corespunzător variaţiei indicilor structurali, ţiţeiurile din această categorie aparţin claselor: parafin-naften-aromatice, parafin-naftenice şi parafinice. Ţiţeiurile parafin-naften-aromatice sînt cele mai frecvente, reprezentînd mai mult de 50% din producţia liniei. Toate ţiţeiurile, cu pronunţat caracter parafinic, sînt ceroase (6—12% ceară), iar conţinutul lor de răşini, comparativ mic, variază în jur de 10%.

Valorile mari de distilat i-200°C, între 20 şi 30%, şi cele mici de sulf, sub 0,5%, sînt caractere comune tuturor ţiţeiurilor liniei diapirelor accentuate.

Prin exemplele discutate apare marea varietate a ţiţeiurilor din zăcămintele liniei mijlocii a zonei Munteniei centrale subcarpatice. Şi în acest caz datele de caracterizare pun în evidenţă accentuarea caracterului parafinic o dată cu creşterea vîrstei şi a adîncimii zăcămintelor.

Este interesant de remarcat creşterea caracterului parafinic o dată cu creşterea adîncimii, chiar pentru aceeaşi vîrstă geologică. Această constatare rezultă comparînd ţiţeiurile 2 cu 3 şi 4 cu 6 (tabela 4).

Ţiţeiurile liniei cutelor diapire atenuate şi ale anticlinalelor criptodiapire

Linia de sud a cutelor diapire este reprezentată, în producţia de ţiţei a ţării, prin formaţiuni neogene, menţionate pentru

TABELA 4

Exemple de ţiţeiuri, de pe linia diapirelor accentuate. Date de caracterizare

Şantier	Originea geologică	Adîncimea sondei, m	Indici structurali			Indici de calitate				Clasa	Grupa
			C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
K	Levantin	280	48	35	17	<2	19	<0,5	31	N.A.	NC.R.NS.
L	Dacian	483	48	37	15	<2	21	<0,5	22	N.A.	NC.R.NS.
M	Dacian flanc sudic	1 496	59	30	11	<2	17	<0,5	30	P.N.A.	NC.R.NS.
N	Meoţian I	985	64	25	11	6	12	<0,5	26	P.N.A.	C.R.NS.
O	Meoţian II	2 520	69	21	10	8	10	<0,5	18	P.N.	C.R.NS.
M	Meoţian	2 552	73	18	9	9	8	<0,5	26	P.	C.PR.NS.
M	Sarmaţian	2 535	68	20	12	11	11	<0,5	18	P.N.A.	C.R.NS.
L	Helveţian flanc sudic	1 720	69	20	11	>2	10	<0,5	59	P.N.A.	C.R.NS.

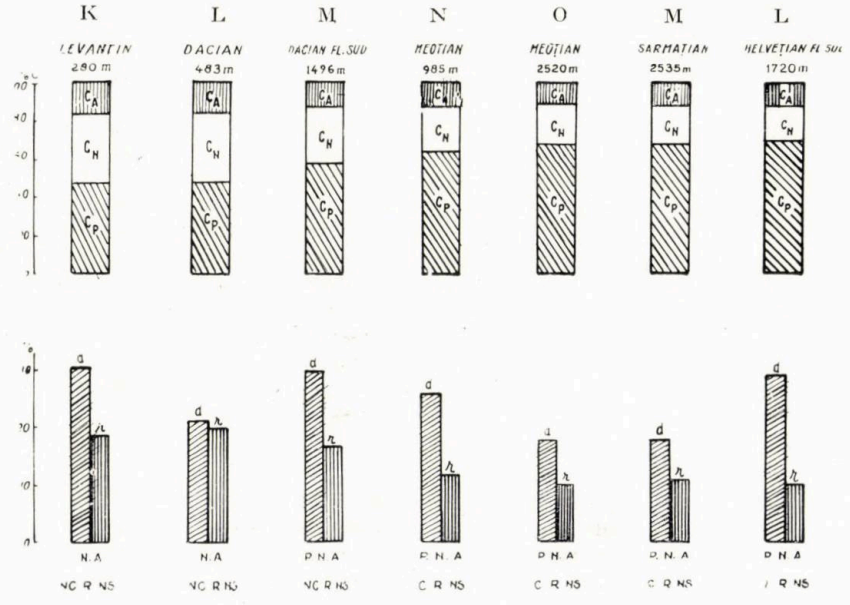


Fig. 4. Ţiţeiuri din Muntenia centrală subcarpatică. Diapire accentuate. Date de caracterizare. Simboluri în clasificarea „Carpatica" :

C_A,C_N,C_P, – indici structurali; d, r, – indici de calitate; N. A., P. N. A. – clase de ţiţeiuri; NC.R.NS., C.R.NS, – grupe de ţiţeiuri.

linia diapirelor accentuate: Dacian, Meoţian, Sarmaţian. Ele se deosebesc totuşi sensibil de cele obţinute din zăcămintele acestei linii.

Pentru caracterizarea ţiţeiurilor în discuţie, au fost supuse cercetărilor 21 de probe reprezentative pentru zăcămintele menţionate. În tabela 5 şi în figura 5 sînt înscrise cîteva dintre rezultatele obţinute [8, 28]. În toate cazurile, valorile pentru indicele C_P, sînt mai mari de 65, indicînd un caracter parafinic deosebit de pronunţat pentru ţiţeiuri. Corespunzător atît C_N cît şi C_A sînt mici. Rezultă că marea majoritate a ţiţeiurilor sînt parafin-naftenice, excepţie făcînd cele aparţinînd Meoţianului din zăcămîntului P, care sînt parafinice, şi cele din zăcămîntul S, care se clasifică ca ţiţeiuri parafin-naften-aromatice. Caracterul aromatic, mai pronunţat, al acestora

TABELA 5

Exemple de ţiţeiuri ale liniei diapirelor atenuate Date de caracterizare

Şantier	Originea geologică	Adîncimea sondei, m	Indicii structurali			Indici de calitate				Clasa	Grupa
			C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
P	Dacian	635	66	27	7	8	11	<0,5	20	P.N.	C.R.NS.
P	Meoţian I	1 415	75	19	6	8	6	<0,5	32	P.	C.PR.NS.
R	Meoţian II	998	66	24	10	7	14	<0,5	25	P.N.	C.R.NS.
S	Meoţian I	523	66	21	13	6	4	<0,5	27	P.N.A.	C.PR.NS.
T	Meoţian	2 566	66	24	10	13	12	0,4	9	P.N.	C.R.NS.
U	Sarmaţian	2 010	69	23	8	7	15	<0,5	24	P.N.	C.R.NS.

din urmă se datorește unui conținut foarte ridicat de aromate în benzină. Din datele prezentate, pentru fondul de hidrocarburi, apar deosebiri importante între țițeiurile liniei diapirelor atenuate și ale criptodiapirelor și majoritatea celor cunoscute pentru celelalte două linii ale cutelor diapire, care în majoritate, se clasifică ca țițeiuri parafin-naften-aromatice.

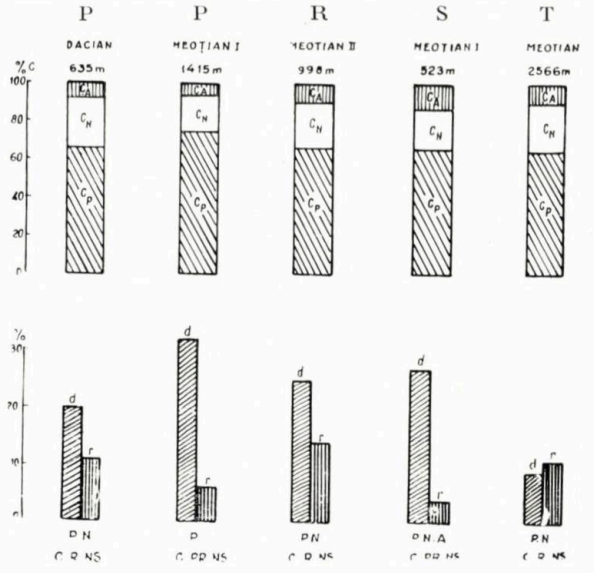


Fig. 5. Țițeiuri din Muntenia centrală. Zona diapirelor atenuate. Date de caracterizare. Simboluri în clasificarea „Carpatica" :

C_A,C_N,C_P – indici structurali; d, r, – indici de calitate; P., P. N., P. N. A. – clase de țițeiuri; C. PR. NS. ,C. R. NS. – grupe de țițeiuri.

Toate țițeiurile liniei de sud sînt ceroase (conțin între 6 — 12% ceară), iar conținutul lor de rășini variază mult pentru S 4%, pentru U 15%. Țițeiurile sînt nesulfuroase. Se remarcă un procent ridicat de distilat i-200°C, variind între 20 — 30%.

Țițeiuri din Platforma Moesică

În ultimii ani, o intensă activitate de prospectare și de explorare a dus la descoperirea unor importante zăcăminte de petrol în Platforma Moesică, care produc petrol din zăcăminte terțiare — din Sarmațian. În șantierul C mai sînt productive senonianul și albianul. În această zonă se exploatează și formațiuni mezozoice, din zăcămîntul *d* și din zăcămîntul *e* se obține țiței din Cretacic, pe cînd din zăcămîntul *f*, petrolul se extrage din Dogger-Jurasic. S-au recoltat și s-au analizat 12 probe reprezentative pentru aceste formațiuni petrolifere [9, 10, 11]. În tabela 6 și în figura 6 sînt prezentate date de caracterizare pentru cîteva exemple de țițeiuri aparținînd acestor zăcăminte.

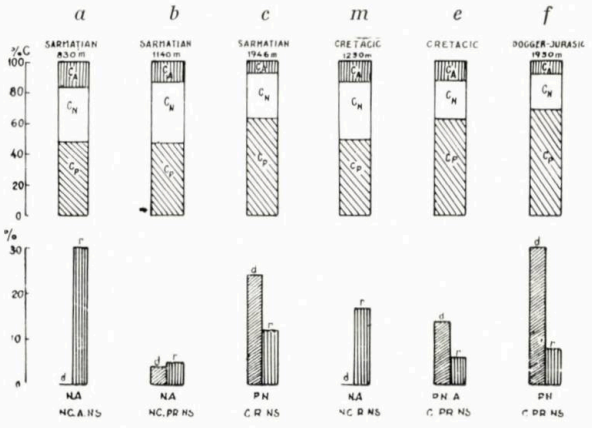


Fig. 6. Țițeiuri din Muntenia. Platforma Moesică. Date de caracterizare. Simboluri în clasificarea „Carpatica":

C_A, C_N, C_P – indici structurali; d, r, – indici de calitate; P. N., P. N. A., N. A. – clase de țițeiuri C.PR.NS., C. R. NS., NC. PR. NS., NC. R. NS, NC. A. NS. – grupe de țițeiuri.

Sarmațianul din zăcămintele *a* și *b* conține țițeiuri naften-aromatice, fapt cu totul neobișnuit pentru această formațiune miocenă. În toate celelalte zone petrolifere românești, Sarmațianul produce fie țițeiuri parafin-naftenice sau parafin-naften-aromatice, dar nu naften-aromatice. Țițeiurile din ambele șantiere sînt neceroase și practic lipsite de benzină. Un caracter care le diferențiază mult este conținutul de rășini; la zăcămîntul *b* țițeiul este puțin rășinos (5% rășini + asfaltene), pe cînd țițeiul de la zăcămîntul *a* este asfaltos (30% rășini + asfaltene). Spre deosebire de primele două șantiere, la zăcămîntul *e*, Sarmațianul produce țiței parafin-naftenic, cu caracter pronunțat parafinic. Țițeiul este ceros, rășinos și conține un procent ridicat de benzine.

Mezozoicul Platformei Moesice conține tipuri variate de țițeiuri. Exploatarea Cretacicului din zăcămîntul *d* produce un țiței naften-aromatic, neceros, rășinos, lipsit de benzină, de o compoziție asemănătoare celui din zăcămîntul *a*, din Sarmațian. Ținînd seamă de cele cunoscute, pentru marea majoritate a zăcămintelor românești, această natură chimică este neconcordantă cu vîrsta rocii magazin. Zăcămîntul tot din Cretacic, conține petrol parafin-naften-aromatic,

TABELA 6

Exemple de țițeiuri din Platforma Moesică. Date de caracterizare

Șantier	Formațiune geologică	Adîncimea sondei, m	Indici structurali			Indici de calitate				Clasa	Grupa
			C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
a	Sarmațian	830	48	35	17	<2	30	0,3	—	N.A.	NC.As.NS.
b	Sarmațian	1 140	47	39	14	1	5	0,3	4	N.A.	NC.PR.NS.
c	Sarmațian	1 946	63	29	8	7	12	0,4	24	P.N.	C.R.NS.
m	Cretacic	1 230	49	37	14	1	17	0,4	—	N.A.	NC.R.NS.
e	Cretacic	—	62	25	13	3	6	0,1	14	P.N.A.	C.PR.NS.
f	Dogger-Jurasic	1 980	68	23	9	6	8	0,1	20	P.N.	C.PR.NS.

ceros, puțin răşinos. La zăcămîntul *f* se extrage, din Dogger-Jurasic, un țiței parafin-naftenic. Comparat cu celelalte, acest țiței are caracterul parafinic cel mai pronunțat, este ceros, puțin răşinos, bogat în benzină. Prin această natură chimică, țițeiul din zăcămîntul *f* se înrudeşte mult cu țițeiurile din formațiunile mezozoice ale Olteniei.

Din constatările făcute, trebuie reținută neconcordanța între vîrstele geologice ale rocilor-magazin, din zăcămintele *a b* şi *m*, şi natura chimică a țițeiurilor conținute în aceste zăcăminte. Explicarea acestor raporturi neobişnuite necesită o cunoaştere aprofundată a factorilor geologici care au determinat formarea zăcămintelor respective.

Țițeiuri din Moldova

Cîmpul petrolifer din Moldova, cunoscut de la începuturile exploatărilor de petrol din România, cunoaşte o mare dez-

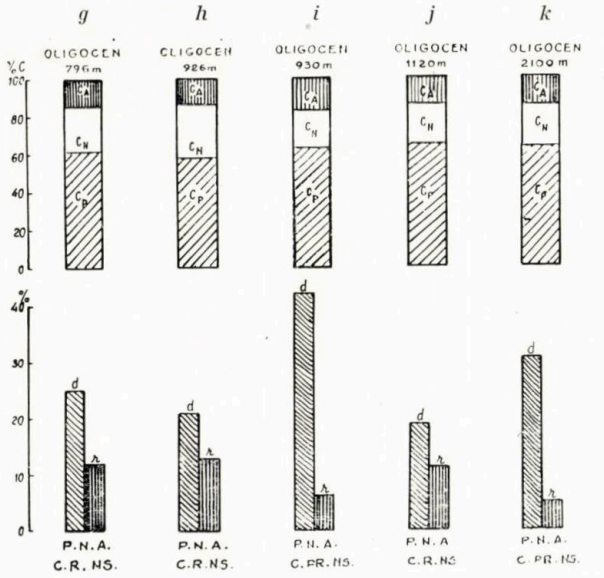


Fig. 7. Țițeiuri din Moldova. Date de caracterizare. Simboluri în clasificarea „Carpatica" :

C_A, C_N, C_P, — indici structurali; d, r — indici de calitate; P. N.A. — clase de țițeiuri; C. PR. NS., C. R. NS. — grupe de țițeiuri.

voltare în prezent. Pe lîngă şantierele vechi, se cunosc astăzi noi şantiere, astfel încît această zonă a devenit o componentă importantă pentru producția de petrol a țării. S-au examinat 23 de probe reprezentative pentru formațiunile productive ale şantierelor [12, 13, 14]. Dintre acestea sînt prezentate cîteva exemple semnificative în tabela 7 şi figura 7.

Caracteristic pentru acest cîmp petrolifer este faptul că marea majoritate a zăcămintelor se găsesc în formațiuni terțiare ale paleogenului — în oligocen. Studiile geologice asupra acestor zăcăminte au dus la concluzia că țițeiul se găseşte în zăcămînt primar. Concluzia se corelează bine cu marea asemănare a țițeiurilor din aceste zăcăminte, în ceea ce priveşte fondul de hidrocarburi al lor, definit prin indicii structurali, cu valori de acelaşi ordin de mărime. Toate se încadrează în clasa petrolurilor parafin-naften-aromatice. Această uniformitate de compoziție arată că țițeiurile nu au suferit modificări diferențiate, care, obişnuit, sînt provocate de fenomenele de migrație din zăcămîntul primar în roca-magazin. În ceea ce priveşte indicii de calitate, se constată şi unele caractere specifice fiecărui zăcămînt. În majoritatea cazurilor s-au obținut conținuturi de ceară în jur de 13%, valori care depăşesc cu mult pe cele cunoscute pentru celelalte zone petrolifere româneşti. Cele mai multe petroluri ale zonei sînt răşinoase, iar conținutul mare de benzină este o caracteristică comună tuturor țițeiurilor acestei zone.

Țițeiuri din Crişana

Din zăcămîntul *l* se exploatează un țiței aparținînd panonianului, important pentru producție. Țițeiul are caractere mult diferite de cele cunoscute pentru produsele extrase

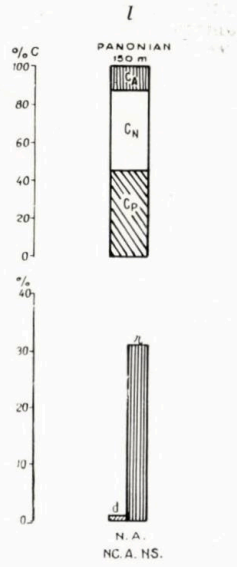


Fig. 8. Țiței zăcămîntul *l*. Date de caracterizare. Simboluri în clasificarea „Carpatica" :

C_A, C_N, C_P — indici structurali; d, r, — indici de calitate; N. A. — clase de țițeiuri; NC. A. NS. — grupe de țițeiuri.

din toate celelalte zone petrolifere ale țării [15]. În tabela 8 şi în figura 8 sînt înscrise datele analitice de caracterizare. Pentru indicele C_P s-a găsit valoarea cea mai mică, iar pentru C_N cea mai mare dintre cele cunoscute pentru

TABELA 7

Exemple de țițeiuri din Moldova. Date de caracterizare

Şantier	Formațiunea geologică	Adîncimea sondei, m	Indici structurali			Indici de calitate				Clasa	Grupa
			C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
g	Oligocen	796	62	24	14	13	12	0,4	25	P.N.A.	C.R.NS.
h	Oligocen	927	58	29	13	13	13	0,6	21	P.N.A.	C.R.S.
i	Oligocen	930	63	20	17	4	6	0,1	42	P.N.A.	C.PR.NS.
j	Oligocen	1 120	65	21	14	12	11	0,2	19	P.N.A.	C.R.NS.
k	Oligocen	2 100	63	23	14	13	5	0,2	32	P.N.A.	C.PR.NS.

TABELA 8

Țiței din zăcămîntul *l*. Date de caracterizare

Șantier	Formațiunea geologică	Adîncimea sondei, m	Indici structurali			Indici de calitate				Clasa	Grupa
			C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
l	Panonian	140	45	40	15	1	30	0,2	1	N.A.	NC.AS.NS.

țițeiurile românești. Caracterul parafinic este neobișnuit de scăzut în favoarea celui naftenic. Țițeiul face parte din clasa petrolurilor naften-aromatice. Între caracteristicile particulare se găsește și conținutul foarte mare de rășini (30%). Este un petrol neceros, asfaltos care practic, nu conține benzină. De remarcat valoarea mică pentru sulf (0,2%) în cazul acestui țiței foarte rășinos.

VARIETATEA ȘI CARACTERELE SPECIFICE ALE ȚIȚEIURILOR ROMÂNEȘTI

Din datele prezentate, pentru fiecare zonă, rezultă o mare varietate de tipuri de țițeiuri în zăcămintele românești. Din punctul de vedere al hidrocarburilor conținute, ele se distribuie în cele patru clase cu răspîndire mai largă; naften-aromatice, parafin-naften-aromatice, parafin-naftenice și parafinice. Cele mai numeroase sînt țițeiurile parafin-naften-aromatice, cele parafinice fiind rar întîlnite. Așa cum s-a arătat, în legătură cu natura fondului de hidrocarburi, un caracter pronunțat parafinic îl au cele mai multe țițeiuri din Oltenia, cele întîlnite pe linia diapirelor atenuate și a criptodiapirelor din Muntenia centrală subcarpatică și unele ce provin din zăcămintele Platformei Moesice. Spre deosebire de acestea, majoritatea celor din zăcămintele zonei Pitești au o compoziție în care predomină structuri moleculare ciclice, naftenice și aromatice. În general, se observă o accentuare a caracterului parafinic al țițeiurilor, odată cu creșterea adîncimii și a vîrstei zăcămintelor (fig. 9). Varietatea apare evidentă și în privința indicilor de calitate. Majoritatea țițeiurilor sînt ceroase, dar conținuturile de ceară variază între 2 și 13%; unele zăcăminte produc și țițeiuri neceroase. Deosebiri mari se cunosc și pentru conținutul de rășini, (valori între 5 și 30%). Predomină țițeiurile rășincase, cu mai mult de 10% rășini.

TABELA 9

Exemple de benzine bogate în hidrocarburi aromatice

Originea țițeiului		Aromate în fracțiunea i-200 °C, %
șantier	formațiunea geologică	
T	Meoțian	29
A	Sarmațian IX	21
A	Helvețian IV	25
n	Helvețian	16
o	Sarmațian	17
p	Dogger-Jurasic	17
D	Meoțian	18
k	Oligocen	19
g	Oligocen	18
i	Oligocen	21
j	Oligocen	28
e	Cretacic	20

Distribuția în clase arată că cele mai multe țițeiuri conțin proporții comparativ mari de hidrocarburi cu structuri aromatice. Importantă pentru practică este abundența aro-

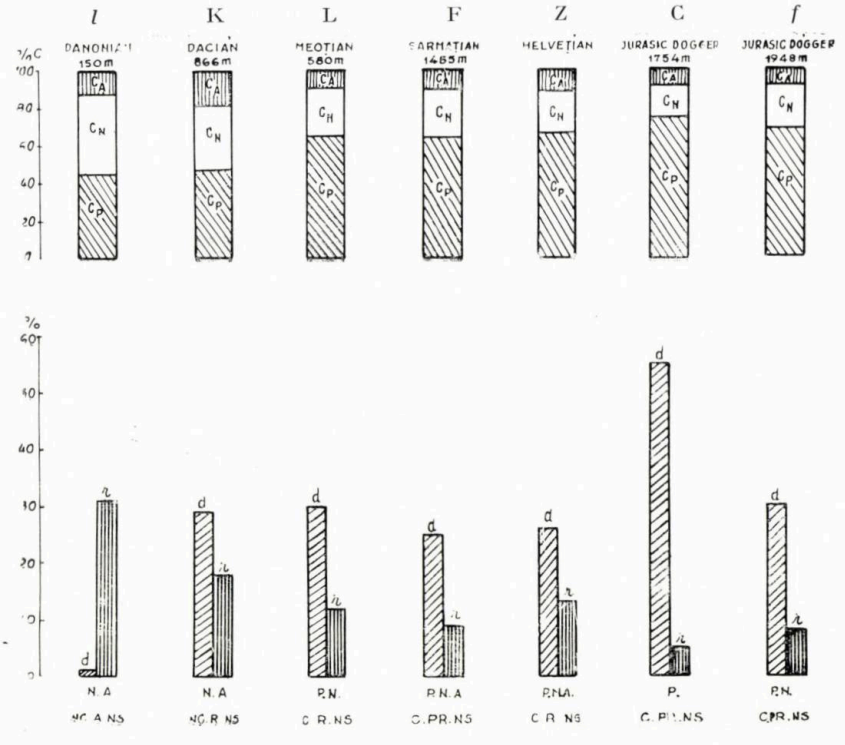


Fig. 9. Tipuri de țițeiuri românești întîlnite. Date de caracterizare. Simboluri în clasificarea „Carpatica":

C_A,C_N, C_P – indici structurali; d, r, – indici de calitate; P. N. A., N. A., P. N., P, – clase de țițeiuri; NC. A. NS., NC.R.N.S., CPRNS., C.R. NS,, – grupe de țițeiuri.

matelor în distilatul inițial —200°C; conținutul lor în acest distilat variază în jur de 15%, valoare care depășește sensibil conținuturile cunoscute pentru multe cîmpuri petrolifere din străinătate. În tabela 9 sînt date exemple de benzine, din țițeiuri românești, care conțin mai mult de 15% aromate.

În contrast cu abundența rășinilor, asfaltenele se găsesc în proporții foarte mici, în cele mai multe cazuri de ordinul zecimilor de procent. Lipsa asfaltenelor trebuie corelată cu conținuturile foarte mici de sulf; majoritatea valorilor sînt sub 0,3%. Țițeiuri sulfuroase se cunosc numai în unele șantiere din Moldova, pentru care valorile nu depășesc 0,8% sulf.

TABELA 10

Țițeiuri bogate în benzine

Șantier	Formațiunea geologică	Distilat inițial —200°C (d), %
A	Sarmațian IX	33
B	Helvețian II	26
n	Helvețian I	35
C_1	Dogger-Jurasic	33
C_2	Dogger-Jurasic	55
s	Helvețian	35
f	Dogger-Jurasic	30
Î	Helvețian	33
K	Meoțian	42
M	Dacian	41
O	Dacian	50
P	Meoțian	34
Y	Oligocen	34
l	Oligocen	42

Un caracter comun și favorabil, pentru practică, îl constituie abundența de compuși volatili — conținuturi mari de benzină. În cele mai multe cazuri, fracțiunea inițial—200°C reprezintă între 20 și 30% din țiței. Tabela 10 arată cîteva dintre valorile cele mai ridicate pentru această componentă fracțională.

Țițeiurile românești conțin cantități mici de acizi naftenici. Comparativ bogate în acizi sînt cele din clasa țițeiurilor naften-aromatice, pentru care se cunosc valori cuprinse între 1,00 și 2,50%. Conținutul scade mult cu creșterea caracterului parafinic, astfel încît țițeiurile parafin-naftenice și cele parafin-naften-aromatice conțin între 0,05 și 0,50% acizi. Într-un studiu [16] asupra acizilor conținuți în fracțiunea 350—400°C din țițeiuri naften-aromatice românești, de la zăcămintele N și K, s-a arătat că în acest produs predomină acizi naftenici biciclici. Aceștia sînt însoțiți și de acizi triciclici, conținînd fie două cicluri naftenice și unul aromatic sau unul naftenic și două aromatice.

HIDROCARBURILE FRACȚIUNILOR INFERIOARE ALE ȚIȚEIURILOR ROMÂNEȘTI

Considerații generale

După cum se știe, partea cea mai valoroasă a petrolului este dată de hidrocarburile volatile conținute în benzine fie cele de distilare primară, fie cele rezultate prin procese chimice. Pe lîngă folosirea drept carburanți, ele constituie, în mare măsură, variate materii prime pentru industria petrochimică. Spre deosebire de componenții fracțiunilor mai grele, unele dintre aceste hidrocarburi prezintă avantajul de a putea fi separate în stare de puritate și folosite ca atare. În această direcție sînt de prevăzut, pentru viitor, progrese importante. Pentru asigurarea unor asemenea dezvoltări, se impun tot mai mult studiile privitcare la hidrocarburile individuale ale fracțiunilor volatile, rezultate din petrol. În cazul celor conținute în produsul natural, cunoașterea lor poate contribui și la lămurirea unor probleme geochimice, privitoare la fenomenul bituminizării și la cel al migrării petrolului în scoarță. Plecînd de la ambele puncte de vedere, au fost întreprinse cercetări pentru identificarea și pentru dozarea hidrocarburilor conținute în distilatele inițial —150°C, separate din țițeiuri reprezentative pentru zăcămintele din România.

În aceste cercetări a fost aplicată tehnica experimentală a „metodei combinate" [27], care constă, în principal, din obținerea unor fracțiuni înguste, conținînd un număr mic de hidrocarburi. Acestea se analizează apoi prin spectroscopie Raman, care permite identificarea și dozarea componenților prezenți.

Pentru scopul urmărit au fost cercetate distilatele menționate, separate din 14 țițeiuri provenite din 11 șantiere diferite. În alegerea probelor s-a avut în vedere și reprezentarea principalelor formațiuni geologice petrolifere din care se extrage petrolul românesc. Rezultate parțiale ale acestor cercetări au fost comunicate succesiv pe măsura obținerii lor.

Distilate i—150°C

Număr de hidrocarburi identificate și dozate. Repartizarea în clasele de hidrocarburi

TABELA 11

Nr. cr.	Originea țițeiului		Țițeiul în clasificarea Carpatica	*n* Parafine		Izoparafine		Ciclopentane		Ciclohexane		Aromate		Total	
	șantier	formațiune geologică		nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%
1	L	Dacian	P.N.A.	5	2	34	26	15	20	11	38	6	7	71	93
2	M	Dacian	N.A.	5	2	38	27	19	19	11	36	6	10	79	94
3	M	Meoțian	P.N.A.	5	27	28	30	13	7	10	22	6	12	62	98
4	L	Meoțian	P.N.A.	4	23	24	23	11	6	10	19	6	12	55	84
5	P	Meoțian	P.	4	25	24	32	11	6	9	17	6	8	54	87
6	U	Meoțian	P.N.	5	29	28	27	11	11	9	26	6	7	59	100
7	E	Meoțian	P.N.A.	5	3	37	14	20	27	11	50	6	5	79	99
8	M	Sarmațian	P.N.A.	5	20	26	25	11	6	11	22	6	20	59	93
9	G	Helvețian	P.N.A.	5	17	27	29	13	14	10	31	6	8	61	99
10	*g*	Oligocen	P.N.A.	4	22	25	29	12	9	9	24	6	13	56	97
11	*h*	Oligocen	P.N.A.	4	21	26	25	13	11	10	26	6	12	59	95
12	*i*	Oligocen	P.N.A.	5	27	32	25	11	7	9	27	6	14	63	100
13	*k*	Oligocen	P.N.A.	4	24	22	25	11	7	10	23	6	13	63	92
14	C_1	Dogger-Jurasic	P.N.	5	35	26	32	12	8	10	16	6	9	59	98

*) S-au analizat distilatele 50—150°C.

În notele respective [17—26], sînt arătate toate hidrocarburile identificate şi datele de conţinut ale acestora, raportate atît la distilatul i-150°C, cît şi la petrol. Compararea lor permite unele constatări de ordin general, arătate în continuare.

Hidrocarburi identificate. Număr şi repartizarea în clase

În tabela 11 şi în figura 10 este precizată originea probelor examinate şi sînt trecute date privind numărul hidrocarburilor identificate; ele mai conţin, pentru fiecare subclasă de hidrocarburi, date în procente greutate raportate la distilatul considerat.

Privitor la numărul hidrocarburilor, au fost identificate toate cele cinci *n*-parafine şi cele şase aromate care au puncte de fierbere pînă la 150°C. Numărul izoparafinelor identificate, în multe cazuri, variază între 25 şi 30. În afara acestor limite, cea mai mare valoare, 38, este cea pentru distilatul Ţintea-Dacian. Cu puţine excepţii, numărul ciclopentanelor şi al ciclohexanelor găsite este în jur de zece. Pentru totalul de hidrocarburi identificate, cifrele sînt cuprinse între 54 şi 79.

În legătură cu numărul hidrocarburilor prezente, este interesant de reţinut faptul că, în multe cazuri, au fost identificaţi toţi izomerii *n*-hexanului, 5, şi ai *n*-heptanului, 9. Acest fapt justifică întrebarea dacă, pentru un număr mai mare de atomi de carbon şi pentru alte structuri moleculare, se menţine această regularitate a prezenţei tuturor izomerilor în produsul natural.

Repartizarea hidrocarburilor în clase pune în evidenţă o mare varietate de compoziţie. Dacă se urmăresc datele tabelei 11 şi cele ale figurii 10, se poate constata că unele benzine, cum sînt cele din Dacianul de la L şi de la M sau cea din Meoţianul de la *t*, din zăcăminte tinere, pliocene, sînt foarte sărace în *n*-parafine (2—3%). Un alt caracter particular al acestora este conţinutul foarte ridicat de ciclopentane: 20%, 19%, 27%, valori de 2—3 ori mai mari decît majoritatea celor obţinute pentru celelalte probe. De asemenea, cifrele pentru ciclohexane, sînt dintre cele mai mari. Un exemplu îl oferă distilatul de la *t*, cu 50% ciclohexane.

Pentru ţiţeiurile din formaţiuni de vîrstă mai mare, Oligocen Paleogen din Moldova şi Dogger-Jurasic din Oltenia, distribuţia în clase este cu totul diferită de cea arătată anterior. Conţinutul de *n*-parafine este mai mare de 20%; astfel, pentru *i* s-a găsit 28% şi pentru C_1 35%, valori aproximativ de zece ori mai mari decît primele menţionate. Conţinuturi asemănătoare pot fi observate şi pentru izoparafine. Parafinele, în total, reprezintă mai mult de 50% din distilatele analizate, provenite din aceste ultime formaţiuni. Caracteristic pentru acestea — din zăcăminte de vîrstă mare — este şi proporţia comparativ mică de ciclopetane, în benzine, între 7 şi 10%.

Ciclohexanele constituie o componentă principală a tuturor produselor examinate şi nu se observă mari deosebiri pentru cele două categorii de ţiţeiuri; valori ceva mai mari sînt cele pentru ţiţeiurile din formaţiuni de vîrstă mică.

În privinţa hidrocarburilor aromatice, cu puţine excepţii, ele intervin cu valorile de 10—15%. Conţinuturi mai mici le au unele benzine ale ţiţeiurilor tinere din pliocen.

Totalul hidrocarburilor identificate variază în jur de 95%; partea neidentificată corespunde componenţilor prezenţi în cantităţi extrem de mici, componenţi care nu pot fi prinşi de metoda folosită.

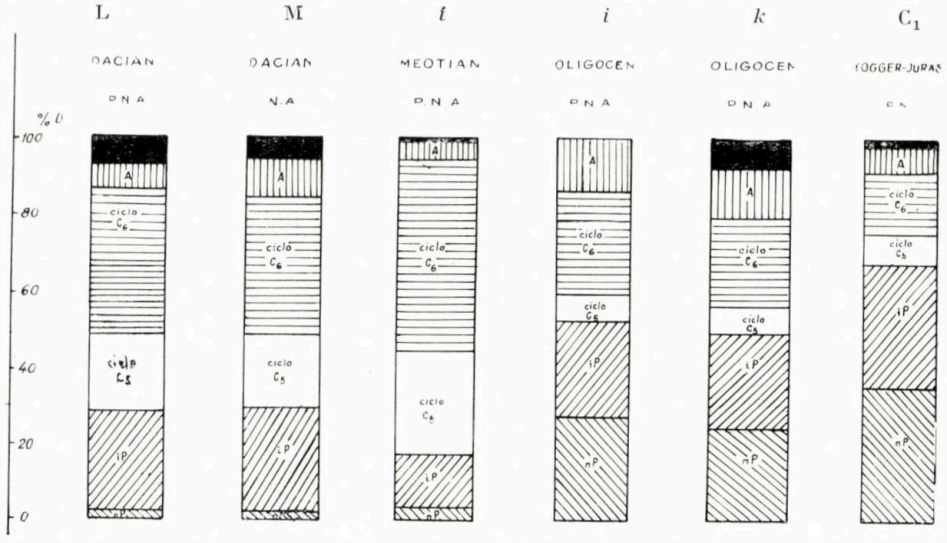


Fig. 10. Distilat i—150°C. Repartizarea procentuală în subclase a hidrocarburilor identificate: P. N. A., N. A., P. N. — clase de ţiţeiuri în clasificarea „Carpatica", *n.* P. — normal parafine; iP — izoparafine; ciclo C_5 — ciclopentane; ciclo C_6 — ciclohexane; A — aromate; ■ nedescifrate.

Raporturi cantitative între izomeri parafinici

Variaţii de conţinut în raport cu numărul catenelor laterale

În tabela 12, şi în figura 11, pentru octani izomeri, şi în tabela 13 şi figura 12, pentru nonani izomeri, se poate urmări prin exemplele prezentate, variaţia de conţinut, pentru aceşti izomeri, în funcţie de numărul catenelor laterale — radicalii metalici. Se constată, pentru produse provenite din Meoţian, Helveţian, Oligocen şi Dogger-Jurasic, că *n*-parafinele se găsesc în proporţii mult mai mari decît toţi ceilalţi izomeri. În aceste cazuri ordinea descrescătoare este: hidrocarbura normală > monometil —> dimetil —> trimetil-derivaţii etc.

Pe lîngă paralelismul acestor serii de conţinuturi în descreştere, trebuie remarcată şi asemănarea ordinului de mărime a valorilor pentru aceiaşi izomeri. Regularităţile arătate pot fi interpretate ca expresie a aceluiaşi grad de evoluţie a procesu'ui complex de formare a bituminelor; datele indică stări asemănătoare în această evoluţie a materialului organic din formaţiunile amintite.

Dintre ţiţeiurile cercetate, fac excepţie de la aceste regularităţi cele întîlnite în Dacianul de la L şi de la M. Pentru aceste ţiţeiuri, raporturile cantitative între izomeri sînt mult diferite faţă de cele arătate anterior. Se observă că *n*-parafinele se găsesc cu conţinuturile cele mai mici. Ţinînd seamă de faptul că Dacianul este o formaţiune geologică tînără, de vîrstă mică, şi cu alt specific geochimic, se poate presupune că ţiţeiurile conţinute în asemenea zăcăminte se găsesc într-un stadiu inferior de evoluţie, deosebit de cel al produselor din zăcăminte de vîrstă mai mare.

Exemple de octani izomeri. Conținuturi în D(i-150°C) TABELA 12

Proveniența țițeiului		Clasa în clasificarea Carpatică	*n*-octan, %	2-metilheptan' %	2,5-dimetilhexan, %
Șantier	Originea geologică				
L	Dacian	P.N.A.	0,3	0,4	1,2
M	Dacian	P.N.A.	0,2	1,2	0,4
L	Meoțian	P.N.A.	9,0	2,4	0,1
P	Meoțian	P.	7,1	3,1	0,6
U	Meoțian	P.N.	6,6	4,0	0,5
g	Oligocen	P.N.A.	6,6	3,4	0,4
h	Oligocen	P.N.A.	7,5	3,7	0,3
k	Oligocen	P.N.A.	8,6	2,9	0,4
i	Oligocen	P.N.A.	6,6	3,2	0,1
C_1	Dogger-Jurasic	P.N.	7,7	3,8	0,7

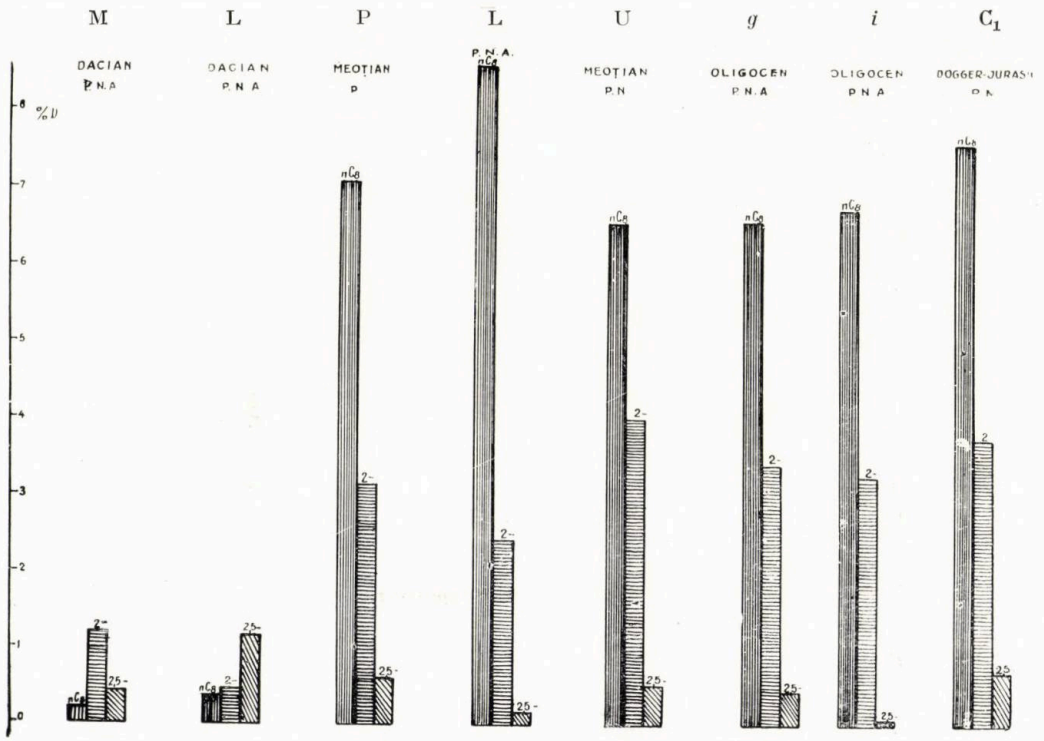


Fig. 11. Distilate *i*—150°C. Octani — variații de conținut cu numărul catenelor. nC_8: normal octani, 2—: 2—metilheptan, 2,5—: 2,5—dimetilhexan:

N, A, P, N, A, P, P, N, — clase de țițeiuri în clasificarea „Carpatica"; D—distilat i—150°C.

TABELA 13

Exemple de nonani izomeri. Conținuturi % gr. în D (i-150° C)

Proveniența țițeiului		Clase în clasificarea Carpatica	*n*-nonan*	2-metil-octan	2,6-dimetil-heptan	2,3,5-trimetil-hexan
șantier	originea geologică					
L	Dacian	P.N.A.	1,4	0,3	2,1	0,3
M	Dacian	P.N.A.	0,2	1,2	1,5	1,0
P	Meoțian	P.	6,5	0,6	0,8	0,5
L	Meoțian	P.N.A.	5,9	1,6	0,8	—
U	Meoțian	P.N.	4,8	2,4	0,8	0,2
G	Helvețian	P.N.A.	3,4	1,4	1,0	0,3
h	Oligocen	P.N.A.	3,4	0,7	0,8	0,2
i	Oligocen	P.N.A.	3,7	1,7	0,4	0,2
C_1	Dogger-Jurasic	P.N.	3,7	2,4	1,4	0,6

* *n*-nonanul prins parțial în distilate i—150°C (P.F. 150,8°C).

TABELA 14

Exemple de monometil-derivaţi parafinici. Conţinuturi, % gr. în D (i-150°C)

Provenienţa ţiţeiului		Clase în clasificarea „Carpatica"	Hexani		Heptani	
şantier	originea geologică		2-metil-pentan	3-metil-pentan	2-metil-hexan	3-metil-hexan
M	Dacian	P.N.A.	2,3	1,5	1,9	3,8
P	Meoţian	P.	4,4	1,0	4,5	2,8
L	Meoţian	P.N.A.	1,7	0,8	2,5	2,0
U	Meoţian	P.N.	2,6	1,6	2,8	1,8
G	Helveţian	P.N.A.	2,7	0,5	3,0	3,6
h	Oligocen	P.N.A.	1,3	0,5	3,3	1,9
g	Oligocen	P.N.A.	5,3	0,6	4,5	2,6
i	Oligocen	P.N.A.	0,9	0,8	3,2	2,4
C_1	Dogger-Jurasic	P.N.	2,6	0,7	4,1	2,0

Variaţia de conţinut a monometil-derivaţilor parafinici

Poziţii diferite ale metilului, într-o catenă parafinică, aduc variaţii mari de conţinut, pentru izomerii prezenţi. Aceste variaţii pot fi urmărite prin exemplele arătate în tabela 14 şi în figurile 13 şi 14.

Din aceste date se poate constata că 2-metilderivatul este, în majoritatea cazurilor, mult mai abundent decît 3-metilderivatul. În general, pe măsură ce metilul se îndepărtează în catenă de carbonul primar, scade conţinutul hidrocarburii corespunzătoare.

Hidrocarburi ciclice abundente

În tabela 15 sînt menţionate datele cantitative pentru hidrocarburile ciclice cele mai abundente în clasa sau subclasa căreia îi aparţin. În figurile 15, 16 şi 17 sînt arătate şi grafic variaţiile de conţinut ale acestor hidrocarburi abundente.

Pentru toate probele examinate, ciclopentanele cu conţinuturile cele mai mari sînt: metilciclopentanul, *trans*-1,2-dimetil- şi *cis-trans-cis*-1,2,4-trimetilciclopentanul. Multe dintre valorile obţinute pentru aceste hidrocarburi depăşesc un procent din distilatul D (i—150°C); cele mai mari, de 2—4%, s-au obţinut în cazul ţiţeiurilor din Dacian. Astfel, pentru Dacianul de la L, *cis-trans-cis*-1, 2, 4-trimetil-ciclopentanul reprezintă 4% din fracţiunea analizată.

Dintre ciclohexane, cu mult cel mai abundent este metilciclohexanul, care intervine în distilatele analizate cu conţinuturi în jur de 7%. În cazul ţiţeiului din Helveţianul de la G, s-a obţinut, pentru această hidrocarbură conţinutul cel mai mare 13,3%. Între cele abundente se mai găsesc ciclohexanul, 1,3-dimetilciclohexanul şi etilciclohexanul, pentru care s-au obţinut valori cuprinse între 2 şi 4%. În ceea ce priveşte raporturile dintre izomerii dimetilciclohexanici, 1,3-dimetilciclohexanul—izomerul meta—se găseşte în conţinuturi mult mai mari decît cele pentru ceilalţi doi izomeri.

Dintre hidrocarburile aromatice, toluenul şi metaxilenul sînt componenţii cu proporţiile cele mai mari, în procente cuprinse între 2 şi 4%.

★

Analiza datelor privitoare la hidrocarburile individuale conţinute în benzinele ţiţeiurilor româneşti arată, în primul rînd, disponibilităţi variate ale acestor compuşi valoroşi, pentru practică. Totodată, acest examen pune în evidenţă regularităţi de compoziţie, determinate de fenomenul natural al bituminizării, regularităţi ce corespund datelor din literatura de specialitate privitoare la alte zăcăminte de petrol din străinătate.

TABELA 15

Hidrocarburi ciclice abundente. Conţinuturi, % gr. în D (i-150°C)

Provenienţa ţiţeiului		„Clasificarea" Carpatica	Ciclopentane			Ciclohexane				Aromate	
şantier	originea geologică		metil-ciclo-pentan	*trans* -1, 2-dimetil-ciclopentan	*cis, trans, cis*-1, 2, 4-trimetil-ciclopentan	ciclo-hexan	metil-ciclo-hexan	1, 3-di-metil-ciclo-hexan	etil-ciclo-hexan	toluen	meta-xilen
M	Dacian	P.N.A.	3,5	3,0	2,2	1,5	7,0	8,5	3,0	3,3	2,9
L	Dacian	P.N.A.	2,4	2,9	4,0	2,6	8,5	3,4	4,3	2,3	0,8
L	Meoţian	P.N.A.	2,0	1,0	0,5	2,2	6,3	2,9	2,3	4,6	3,2
P	Meoţian	P.	0,5	0,6	1,3	2,0	5,5	2,5	2,3	2,7	2,2
U	Meoţian	P.N.	2,7	1,9	2,1	4,0	7,5	3,4	4,0	2,1	1,6
G	Helveţian	P.N.A.	2,9	1,9	1,7	3,7	13,0	1,9	3,0	0,8	3,0
h	Oligocen	P.N.A.	2,5	2,3	1,1	3,3	8,1	2,9	3,8	4,5	2,5
g	Oligocen	P.N.A.	1,9	1,8	1,7	2,5	7,8	3,3	3,9	4,4	3,0
i	Oligocen	P.N.A.	2,3	1,5	0,8	2,7	7,5	4,0	4,5	6,0	3,1
C_1	Dogger-Jurasic	P.N.	0,7	0,8	0,7	1,7	7,9	1,9	1,2	2,4	3,2

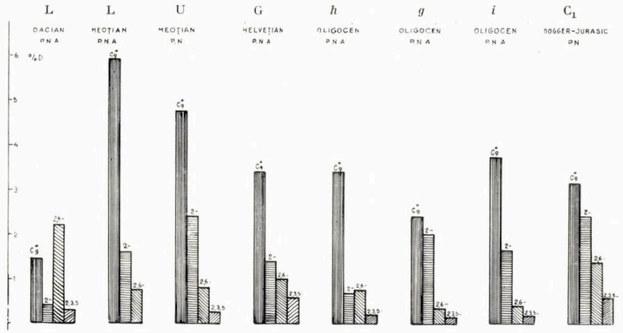


Fig. 12. Distilate i—150°C. Nonani—variații de conținut cu numărul catenelor :

C_9 — normalnonan; 2—: 2—metiloctan; 2,6—: 2,6—dimetilheptan; 2, 3, 5—: 2, 3, 5—trimetilhexan; PNA, PN, — clase de țițeiuri în clasificarea „Carpatica", C_9^* (PF. 150,8°C) este prins în distilatul i—150°C numai parțial.

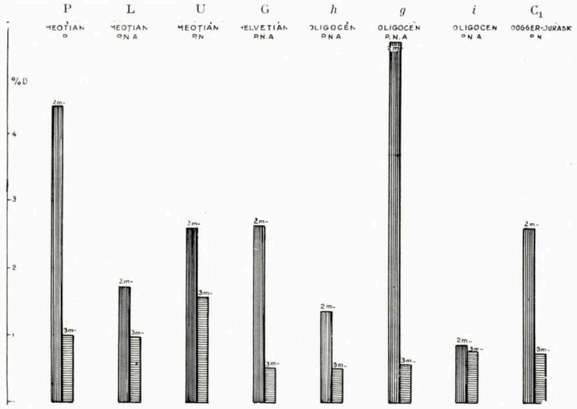


Fig. 13. Distilate i—150°C. Hexani monometilici — variații de conținut cu poziția metilului (2-metilpentan, 3-metilpentan) :

P, N, A, P, N, — clase de țițeiuri în clasificarea „Carpatica".

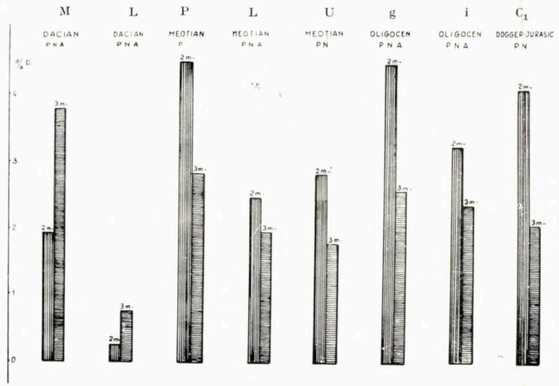


Fig. 14. Distilate i—150°C. Heptani monometilici — variații de conținut cu poziția metilului (2-metilhexan, 3-metilhexan) :

P, P. N. A, P. N, N. A, — clase de țițeiuri în clasificarea "Carpatica".

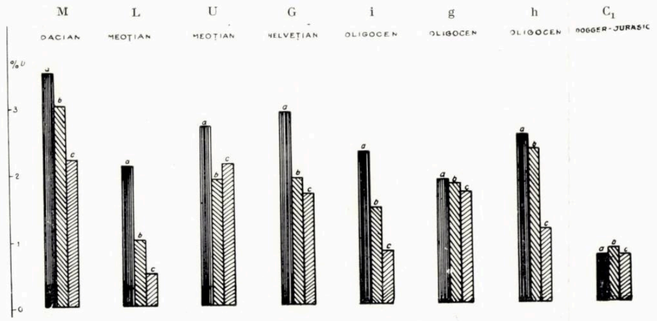


Fig. 15. Ciclopentane abundente :

a — metilciclopentan; *b* —: *trans*- 1,2-dimetilciclopentan; *c* — *cis-trans-cis*, 1,2,4-trimetilciclopentan.

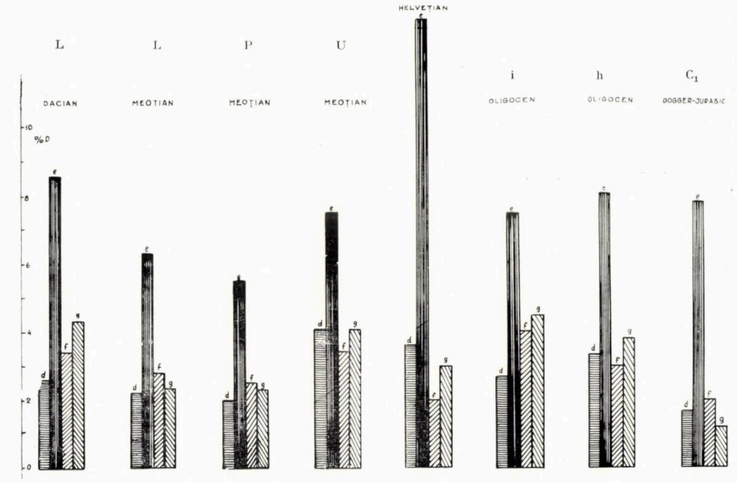


Fig. 16. Ciclohexane abundente :

d—ciclohexan; *e*—metilciclohexan; *f*—1,3—dimetilciclohexan; *g*—etilciclohexan.

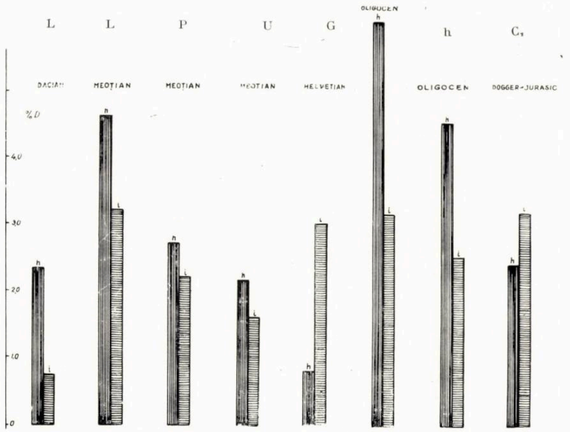


Fig. 17. Aromate abundente : *h*—toluen ; *i*—metaxilen.

CONCLUZII

Din compararea rezultatelor obținute în cercetările efectuate asupra naturii chimice a țițeiurilor românești, se poate constata marea varietate a acestora, în raport cu originea lor geografică și geologică. Această varietate a fost pusă în evidență prin caracterizarea țițeiurilor după clasificarea „Carpatica". Varietatea se datorește multiplelor condiții geochimice, care intervin cu intensități diferite pentru fiecare zăcămînt. După cum este cunoscut, factorii principali care acționează sînt vîrsta geologică și adîncimea zăcămintelor. Influența acestora se manifestă prin accentuarea caracterului parafinic o dată cu creșterea vîrstei și a adîncimii rocilor magazin. Așa cum rezultă din datele obținute pentru țițeiurile românești și din altele cunoscute în literatură, aceste raporturi sprijină concluzia, exprimată și de alți autori, că sensul principal al transformărilor, în îndelungatul proces al bituminizării, este cel al trecerii de la structuri moleculare ciclice la cele deschise — parafinice, prin diverse procese complexe, chimice și biochimice.

Regularitățile, calitative și cantitative, observate atît pentru clasele de componenți, cît și cele privitoare la hidrocarburile individuale, de masă moleculară mică, arată că multe dintre petroluri, în condiții similare de zăcămînt, au ajuns la compoziții stabilizate și comparabile între ele. Abaterile de la aceste regularități, constatate și în cazul unor petroluri românești din formațiuni geologice tinere, se pot explica, admițînd că în aceste zăcăminte n-au fost încă realizate condițiile de stabilizare chimică.

BIBLIOGRAFIE

1. Creangă, C. Contribuții la clasificarea chimică a țițeiurilor, clasificarea „Carpatica". În: Studii și cercetări de chimie, Academia R.P.R, **1**, IX, 1961, p. 93.
2. Creangă, C. și Neacșu, P. Țițeiuri românești IV. Țițeiuri din Oltenia din structura Bîlteni-Țicleni. În: Bul. I. P. G. G. VII, București, 1961, p. 141.
3. Creangă, C. și Neacșu, P. Țițeiuri românești. V. Țițeiuri din structura Băbeni-Oltenia. În: Studii și cercetări de chimie, Academia R. P. R., **2**, IX, 1961, p. 275.
4. Neacșu, P., Petrovici, L., Popescu Giurgiu, E., și Creangă, C. Țițeiuri românești VIII. Țițeiuri din Oltenia din șantierele Iancu Jianu, Ghercești, Simnic și Colibași. În: Petrol și Gaze, **XIX**, 2, 1968, p. 107.
5. Creangă, C. și Rădulescu, S. Țițeiuri românești. I. Țițeiuri din sarmațianul de la Cobia. Lucr. I. P. G. G. București, III, 1957, p. 101.
6. Creangă, C. și Rădulescu, S. Țițeiuri românești. II. Țițeiuri din Helvețianul regiunii Pitești. Bul. I. P. G. G. București, V. 1959, p. 37.
7. Creangă, C. și Rădulescu, S. Țițeiuri românești. VI. Țițeiuri din Meoțianul cîmpului petrolifer Pitești. Academia R. P. R. În: Studii și cercetări de chimie, 2, **IX**, 1961, p. 291.
8. Creangă, C., Dumitrescu, F. și Negrescu, V. Caraini, V., Neacșu, P., Rădulescu, S. Les Pètroles Bruts Roumains dans la Classification „Carpatica". În: Revue de chimie, Acad. R.P.R. **VII**, nr. 1, 1962, p. 111.
9. Rădulescu, S., și Creangă, C. Țițeiuri românești, IX, Țițeiuri din Sarmațianul de la Cartojani și Videle. În: Petrol și gaze, **19**, nr. 10, 1968, p. 623.
10. Rădulescu, S. Caraiani, V. și Creangă, C. Țițeiuri românești. XIII. Țițeiuri din formațiuni mezozoice, șantierele Ciurești, Hîrlești și Glavacioc. În: Petrol și Gaze nr. 5, 1969, p. 367.
11. Creangă, C. și Vidrașcu, Gh. Țițeiuri românești. XV. Țițeiuri din șantierul Jugureanu, Comunicare în colectivul de catedră, 1968.
12. Creangă, C., și Caraiani, V. Țițeiuri românești. III. Țițeiuri din structura Moinești-Tazlău-Foale. În: Bul. I. P. G. G. București, **VI**, 1960, p. 225.
13. Creangă, C. și Caraiani, V. Țițeiuri românești. VII. Țițeiuri din Moldova. În: Bul. I. P. G. G. **VIII**, 1962, p. 89.
14. Caraiani, V., Petrovici, L. și Vidrașcu, Gh. Țițeiuri românești X. Țițeiuri din șantierele Slănic și Geamăna. În Petrol și Gaze, **19**, nr. 9, 1968, p. 574.
15. Orășanu, L. Țițeiuri românești. XX. Țițeiul din șantierul Suplacu de Barcău. În: Petrol și Gaze, **20**, nr. 2, 1969, p. 108.
16. Creangă, C. și Lerescu, C. Contribuții la cunoașterea acizilor din țițeiuri românești. În: Bul. I. P. G. G. București, **VI**, 1960, p. 225.
17. Creangă, C., Mihul, C., Caraiani, V., Lerescu, C., Sandulovici, R., Suciu, M. Chisleag, R. și Strat, M.: Kohlenwasserstoffe in den Benzinen der rumänischen Rohöle. I. Uber das Berzin der Rohöle aus mäotischer Formation von Moreni und Bucșani. În: Anal. Științ. Univ. „Al. I. Cuza", Iași, Sect. I. C. Chimie, **XIII**, 1967, p. 191.
18. Creangă, C., Mihul, C., Sandulovici, R., Petrovici, L., Chisleag, R., Strat, M. și Vlahovici, A. Kohlenwasserstoffe in den Benzinen der rumänischen Rohöle. II. Über das Benzin der aus Ghercești Oltenia herrührenden Rohöle. În: Anal. științ. Univ. „Al. I. Cuza", Iași, Sec. C. Chimie. **XIII**, 1967, p. 201.
19. Creangă, C., Mihul, C., Chisleag, R., Rădulescu, S., Sandulovici, R., Strat, M., Suciu, M. și Vlahovici, A. Kohlenwasserstoffe in den Benzinen der rumänischen Rohöle. III. Uber Benzin der aus Bogați Pitești herstammenden Röhöle. Anal. științ. În: Univ. „Al. I. Cuza" Iași Sect. I, C. Fizică, **XII**, 1966, p. 105.
20. Caraiani, V., Sandulovici, R., Strat, M., Vlahovici, A., Mihul, C. și Creangă, C., Hidrocarburi individuale în benzinele țițeiurilor românești. IV. Asupra benzinei din țițeiul de Lucăcești. În: Bul. I. P. G. G. **XV**. 1967, p. 123.
21. Lerescu C., Moșescu, N., Sandulovici, R., Creangă, C. și Mihul, C: Kohlenwasserstoffe in den Benzinen der rumänischen Rohöle V. Uber das Benzin der aus Moreni, geologische Formation dazische Stufe, stammenden Rohöle. În: Anal. științ. Univ. „Al. I. Cuza", Iași, Sect. I, b. Fizica, **XIV**, 1968, p. 101.
22. Caraiani, V., Strat, M., Vlahovici, V., Mihul, C. și Creangă, C.: Kohlenwasserstoffe in den Benzinen der rumänischen Rohöle. VI. Uber das Benzin der aus Zemeș und Geamăna herestammenden Rohöle. În: Anal. științ. Univ. „Alex. I. Cuza" Iași, Sect. I, b, Fizică, **XIV**, 1968, p. 107.
23. Caraiani, V., Sandulovici, R,. Mihul, C. și Creangă, C.: Kohlenwasserstoffe in den Benzinen der rumänischen Rohöle. VII. Uber das Benzin der aus Boldești stammenden. Rohöle. În: Anal. științ. Univ. „Al. I. Cuza" Iași Sect. I, b. Fizică. **XIV**, 1968, p. 114.
24. Lerescu C., Sandulovici N., Strat M., Vlahovici A., Creangă, C., Mihul, C., Kohlenwasserstoffe în den Benzinen der rumänischen Rohöle. VIII. Über die der Dazischen, Mäotischen und Sarmatischen Stufen angehörigen Benzinen, der Erdöllagerstätte von Țintea. În: Anal. știin. Univ. "Al. I. Cuza", Iași, Sect. I. b, Fizică. **XV**, 1969, p. 23.
25. Creangă, C., Rădulescu, S., Strat, M., Mihul C., Kohlenwasserstoffe der rumänischen Rohöle IX. Über das Benzin der Erdöllagerstätte von Leordeni. Anal. Ştiin. Univ."Al. I. Cuza" Iași, Sect. I b, Fizică, **XV**, 1969, p. 29.
26. Caraiani, V., Creangă, C., Vlahovici, A., Mihul, C., Kohlenwasserstoffe in den Benzinen der rumänischen Rohöle. X. Über das Benzin den Erdöllagerstätte von Moinești-Stadt. În: Anal. științ. Univ. "Al. I. Cuza", Iași, Sect. I, b, Fizică, **XV**, 1969, p. 35.
27. Landsberg, G. S., Kazanski, B. A., Bajulin, P. A., Bulanova, T. F., Liberman, A. L., Mihailova, E. A., Plate, A. F.,, Sterin, H. E., Suscinski, M. M., Tarasova, G. A. și Uhoin, S. A.: „Opredelenie individualnovo ugledorodonovo sostava benzinov priamoigcnki combinirovannim metodom, Moscova, 1955.
28. Vidrașcu, Gh., Rădulescu, S.: Țițeiuri românești. XI. Țițeiuri din șantierul Grăjdana. În: Petrol și Gaze, **20**, nr. 4, 1969, p. 295.

Aprecierea bitumurilor după metoda Rostler

Maria Wagner,
G. Stejaru,
V. Dodon și
Aurelia Roncea

Din punct de vedere chimic, bitumurile sînt amestecuri extrem de complexe, bogate în carbon și în hidrogen. Alte elemente prezente în mod obișnuit în cantități mai mari sînt: sulful, azotul și oxigenul, iar, ca urme măsurabile, unele metale dintre care nichelul și vanadiul [7].

În ceea ce privește constituția fizico-chimică, bitumurile sînt sisteme coloidale complexe.

Cercetări mai recente prezintă bitumul ca un amestec ternar, compus din uleiuri, din rășini și din asfaltene. Aceste grupe de constituenți pot fi separate și studiate, deoarece conținutul lor calitativ și cantitativ determină caracteristicile bitumurilor. Cu ajutorul unor anumiți solvenți selectivi, s-au putut separa grupe de constituenți apropiați atît prin compoziția lor chimică, cît și prin însușirile lor fizice [3, 4, 5, 6].

S-a stabilit experimental că asfaltenele asigură stabilitatea bitumului și constituie factorul activ de adezivitate. De asemenea, ele influențează punctul de înmuiere și consistența.

Rășinile asigură bitumului o bună ductilitate.

Uleiurile grele se transformă în parte cu timpul, iar parte din ele se evaporă lent. Ele asigură plasticitatea și încetinează procesul de îmbătrînire.

Practica a arătat că separarea și studierea grupelor de constituenți indicați nu reprezintă totuși criterii mulțumitoare pentru stabilirea cu precizie și pentru prevederea comportării bitumului în serviciu. Acest fapt a suscitat interes pentru aprofundarea studiilor compoziției chimice și pentru corelarea ei cu comportarea bitumului.

În afară de fracționarea cu solvenți, mijlocul cel mai larg întrebuințat, s-a recurs la fracționarea prin difuzie termică, iar ca metode de analiză s-au folosit spectrografia de masă, spectrografia în infraroșu, rezonanța magnetică nucleară, analiza cromatografică etc., fără a se ajunge, pînă în prezent, la concluzii valabile cu privire la influența compușilor determinați asupra comportării bitumului în serviciu.

Una dintre cele mai recente tehnici de fracționare a bitumului este precipitarea fracționată cu acid sulfuric, care aparține lui Rostler-Sternberg [1, 2].

În cele ce urmează, se va prezenta metoda Rostler-Sternberg, folosită de cercetătorii americani.

Fracționarea bitumului după Rostler se bazează pe acțiunea acidului sulfuric de diferite concentrații, asupra unor anumite grupe de constituenți, cu care dă compuși de adiție [8]. În funcție de reacțiile specifice ale grupelor de constituenți față de acidul sulfuric de diferite concentrații, se pot izola din bitum următoarele fracțiuni [1]:

— *compuși cu azot*, care precipită în mediu de hexan acidulat cu acid sulfuric, cu concentrație de 85%;

— *acidofine* I, care precipită în mediu de hexan acidulat, cu acid sulfuric, cu concentrație de 97%;

— *acidofine* II, care precipită în mediu de hexan acidulat cu acid sulfuric fumans, cu 30% SO_3 liber;

— *compuși saturați*, care nu reacționează cu acidul sulfuric în condițiile analizei.

Succesiunea operațiilor, în aplicarea metodei este pusă în evidență în schema din figura 1.

Clasele de constituenți obținute prin această metodă concordă cu cele obținute pe cale cromatografică de O'Donell [1].

Rostler și White au stabilit că raportul cantitativ:

$$\frac{\text{Acidofine I} + \text{compuși cu azot}}{\text{Acidofine II} + \text{compuși saturați}} \qquad (1)$$

constituie un indicator al comportării bitumului în practică [8].

După valoarea raportului (1), bitumurile se pot împărți în șase clase, prezentate în tabela 1.

TABELA 1

Clasa	Valoarea raportului	Calitatea bitumului
1	0,4	satisfăcătoare
2	0,5—1,0	foarte bună
3	1,0—1,2	bună
4	1,2—1,5	satisfăcătoare
5	1,5—1,7	la limita de întrebuințare
6	1,7	satisfăcătoare

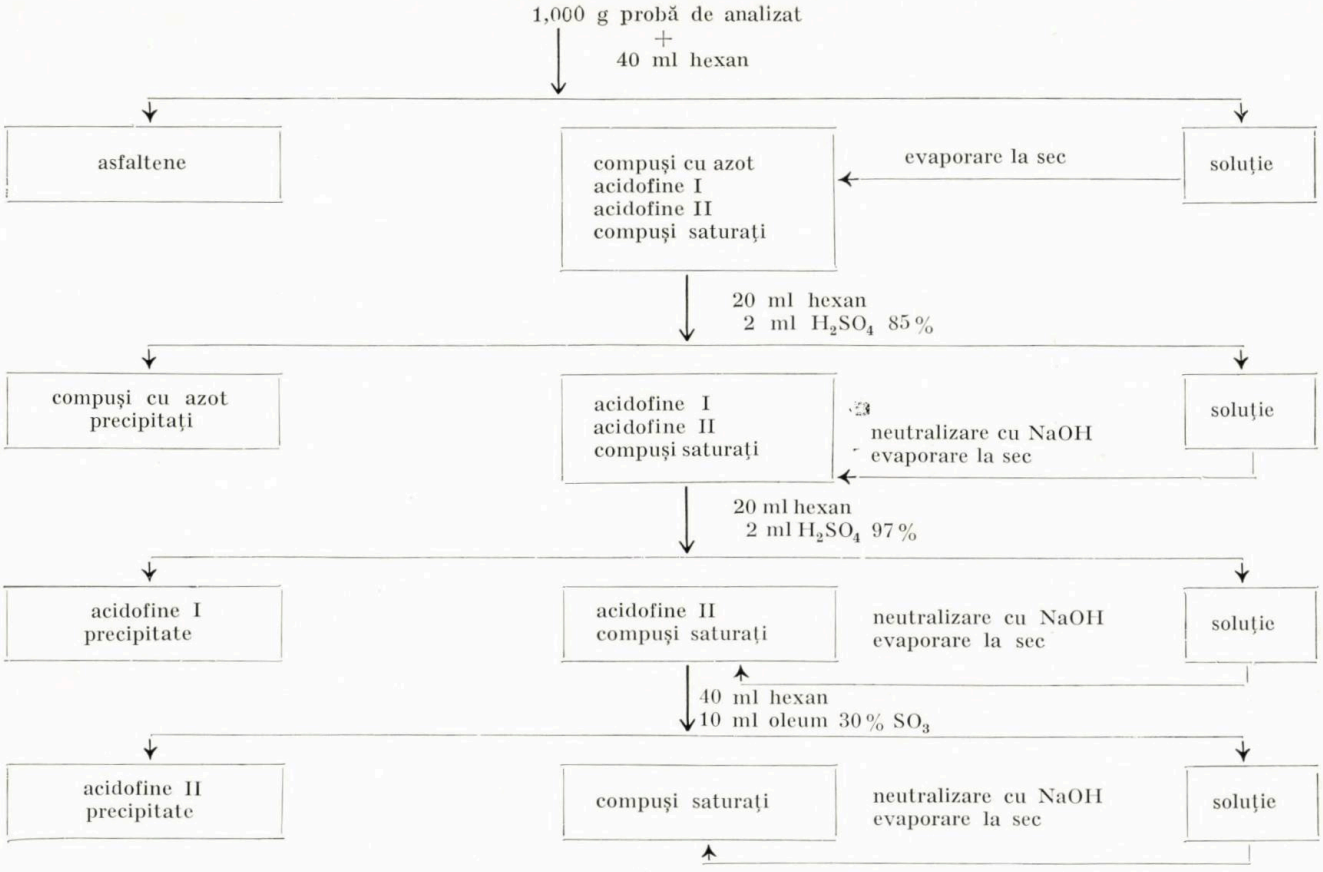


Fig 1.

Studiind raportul (1), se observă că la numărător sînt componenţii care reacţionează puternic cu acidul sulfuric, iar la numitor sînt compuşii care reacţionează mai greu (acidofine II) sau nu reacţionează în condiţiile analizei (compuşii saturaţi).

Se poate aprecia că un bitum studiat are o valoare de întrebuinţare mai bună sau mai redusă, în funcţie de valoarea raportului, substanţe reactive/substanţe nereactive. Cu cît valoarea numărătorului este mai mare, în comparaţie cu valoarea numitorului, cu atît calitatea bitumului studiat este mai puţin satisfăcătoare. Se apreciază, în general, că un bitum de bună calitate are valoarea raportului (1) mai mică sau egală cu unitatea. Cu alte cuvinte, pentru ca un bitum să fie bun, este necesar ca greutatea produselor de la numărător să fie ceva mai mică sau egală cu greutatea produselor de la numitor. Este evident că în procesul de distrucţie (îmbătrînire), cele mai mari schimbări se petrec cu compuşii cu azot şi cu acidofine I, care sînt mai reacţionabili cu mediul înconjurător, de unde necesitatea ca aceştia să fie în proporţie mai redusă în bitumul întrebuinţat.

Practic, după Rostler, în aprecierea calităţii bitumurilor se poate folosi raportul [8]:

$$\frac{\text{substanţe reactive}}{\text{substanţe nereactive}} \qquad (2)$$

Metoda Rostler se poate simplifica şi mai mult, în sensul că este suficient să se determine substanţele reactive, deoarece valoarea numitorului raportului (1) sau (2), respectiv substanţele nereactive reprezintă greutatea restului pînă la 100%. Cu această simplificare, metoda devine mai operativă şi atractivă.

După metoda schiţată, s-au studiat două tipuri de bitumuri româneşti, în comparaţie cu bitumuri străine, utilizate pe scară largă şi considerate ca bune. Studiul s-a limitat la bitumuri rutiere, care au ponderea cea mai mare în producţia de bitumuri a ţării noastre. Produsele de comparaţie sînt bitumurile B_{80} Shell şi B_{80} Albania, iar cele româneşti sînt bitumurile pentru drumuri tip 30/40 şi tip 80/120 parafinos.

Rezultatele analizelor după metoda Rostler, precum şi calificativele sînt prezentate în tabela 2.

Valoarea de întrebuinţare, respectiv comportarea bitumului în serviciu, apreciindu-se conform studiilor tehnologilor americani, după valoarea raportului compuşi reactivi/compuşi nereactivi (2), se constată, după studiul autorilor, că bitumurile româneşti se situează printre cele mai bune.

Valoarea raportului (2) sau (1), conform clasificării tehnologilor americani prezentată în tabela 2, cuprinsă între 0,45 şi 0,89, indică pentru

TABELA 2

Tipul bitumului	Acidofine I, % gr.	Compuşi cu azot, % gr.	Acidofine II + compuşi saturaţi, % gr.	Compuşi reactivi / Compuşi nereactivi	Comportarea în serviciu
Asfaltos tip 30/40					
proba 1	24,59	16,34	59,07	0,79	f. bună
proba 2	24,08	23,13	52,79	0,89	f. bună
proba 3	24,30	20,17	55,57	0,80	f. bună
Parafinos tip 80/120					
proba 1	25,98	15,28	68,74	0,45	f. bună
proba 2	17,67	20,56	61,77	0,61	f. bună
proba 3	20,73	17,20	62,07	0,61	f. bună
B_{80} Shell	30,20	22,30	47,50	1,11	bună
B_{80} Albania	29,60	28,70	41,70	1,40	satisfăcător

bitumurile româneşti o foarte bună rezistenţă la uzură şi la îmbătrînire. Aceste rapoarte indică, de asemenea, o bună aderenţă şi o bună elasticitate a bitumurilor [2], în supoziţia că pe şantiere tratamentele termice în timpul fabricării mixturilor sînt adecvate, iar agregatele minerale sînt alese judicios.

Concluzii

Metoda Rostler este simplă, nu necesită aparatură complicată şi consumul de substanţe chimice este redus. În plus, este operativă şi reproductibilă. Aplicînd metoda Rostler în aprecierea bitumurilor fabricate în R.S. România, în comparaţie cu unele bitumuri străine, considerate de calitate bună pe plan mondial, se poate afirma că bitumurile româneşti sînt foarte bune şi chiar superioare celor cu care au fost comparate.

Bibliografie

1. Rostler, F. S. şi Strenberg, W. IEC, **41**, nr. 3, mart. 1949, p. 598—608.
2. x x x Metoda Rostler-Sternberg pentru analizarea masei bituminoase — material CAER.
3. Rethel, L., Hubbard şi Stanfield, K. E. În: Analitycal Chemistry, **20**, nr. 5, mai 1948.
4. O'Donell, G. În: Analitycal Chemistry, **23**, nr. 6, iunie 1951.
5. Tucker, J. R. Schweyer, H. E. IEG, **4**, nr.1, martie 1965, p. 51.
6. Pfeiffer, J. Ph. The properties of asphaltic Bitumen. Elsevier Publishing Company, Inc. New-York, 1950, p. 28, 196.
7. Kennet, A. Kobe, McKetta, J. J. jr. Advances in petroleum Chemistry and refining.
8. Davis, T .C. şi Petersen, J. C. În: Analytical Chemistry **39**, nr. 14, dec. 1967, p. 1 852.

Răşinile sintetice în industria construcţiilor specifice economiei petrolului

Gr. Andreescu şi
Çaşin Popescu

Pentru structurile prefabricate aplicabile în construcţiile uşoare specifice economiei Ministerului Petrolului s-a considerat ca avantajoasă sub aspectul punerii în operă, a calităţii şi a rentabilităţii, utilizarea stratificatelor sintetice armate, în special la alcătuirea obiectelor caracteristice şi de mare frecvenţă, şi anume :

1) pentru staţii „PECO" de alimentare auto ;
2) pentru hale industriale universale.

Adoptarea unor astfel de structuri reprezintă o măsură primară de verificare, prin materializarea ei, a posibilităţilor de valorificare, pe cale experimentală şi la scara realităţilor a unui material nou de construcţie — răşinile artificiale — într-un domeniu în care tradiţionalismul clasicizant şi rutinier tinde să facă (în numele cultului durabilităţii şi a unei normalizări sclerozante) din rezistenţa materialelor o ştiinţă oficială limitată la materialele tradiţionale.

Pentru aceasta, socotindu-se că rezultatele valabile nu se pot obţine decît prin date relevate după o construcţie diferenţiată numai ca material, programarea în exploatare a unor asemenea obiecte ilustrează interesul deosebit faţă de materialele plastice consolidate, ca material de construcţie.

1. **Staţie „PECO„. Cadrul general.** Ideea de bază este de a se putea construi staţii de alimentare auto din materialele sintetice alcătuite din prefabricate, care să fie în competiţie tehnico-economică cu acelea ce se realizează din materiale tradiţionale. Asemenea unităţi „în întregime plastic" concepute în sistem modular extensibil s-ar putea structura pe diverse capacităţi, folosind pentru alcătuirea lor elemente standardizate, dacă acestea ar putea prezenta o longevitate crescută şi ar putea fi întreţinute mai uşor decît acelea din materiale obişnuite.

Această idee deşi nu este nouă (unele cabine reuşite au şi fost construite de „Esso" de „Shell" ş.a.) prima încercare serioasă este totuşi de dată relativ recentă şi a fost anunţată de B. P. Ltd., producătoare de materiale plastice, prototipul unei astfel de staţiuni de benzină, construit din elemente standardizabile, fiind stabilit a se monta la Hertfordshire spre finele anului 1968 [1]. Ca avantaj major se evidenţiază a fi montajul unei asemenea staţii, care ar necesita 6 zile cu 6 lucrători comparativ cu montajul unui model tradiţional prevăzut cu şase săptămîni.

În cuprinsul notei de faţă se dau pentru cabina staţiei „PECO" cîteva caracteristici deosebite considerate de interes general sub aspectul proiectării şi execuţiei adecvate materialelor plastice.

Studii preliminare. Forma. Alcătuire structurală. Posibilitatea alegerii unei configuraţii, deşi aparent supusă hazardului, întrucît ţine de afinitatea proprie a arhitectului sau a inginerului, este oarecum limitată, fiind o funcţie implicită de *geometria rezistentă, de materialul de construcţie şi de posibilităţile de organizare.*

Analiza teoretică, de specific, prealabilă întocmirii unui proiect, duce în mod coercitiv la înscrierea acestuia într-o geometrie statică, definibilă matematic, pentru deducerea *a priori* a stărilor de tensiune ce pot apărea sub solicitările exterioare, naturale sau funcţionale, ceea ce se subsumează gradului de dezvoltare şi de cunoaştere actuală a legilor *rezistenţei materialelor.*

Pentru o eliberare de sub constrîngerea acestor legi, în vederea lărgirii posibilităţilor de adoptare a unor *forme* (configuraţii) *structurale* cît mai diverse, în special în cazul promovării unui material de construcţie nou (pentru ca optimizarea, în anumite limite, a costului unei construcţii şi verificarea viabilităţii economice a unui proiect să fie imediat posibile), ar trebui preferate metodele speciale de cercetare şi de determinare experimentală a distribuţiei interne a eforturilor în structurile tipologice originale.

Cum un atare studiu pe modele complete, atît pentru determinarea formei, cît şi, recurent, a stabilităţii statice, nu a fost posibil în tentaţia adoptării pentru staţii auto a unor *curbe mecanice reprezentative*, selectabile ca *directrice* pentru generarea unor suprafeţe constructive, s-a întreprins o investigaţie teoretică de identificare a unei asemenea curbe care să răspundă, în primul rînd, condiţiilor statice, să fie adecvat materialului, să prezinte o formă de un efect estetic pozitiv şi să fie semnificative pentru destinaţia construcţiei.

Exemplu : Studiind — mecanic — mişcarea plană periodică a unui automobil, exclusiv pe traseul de deviere din faţa staţiilor de alimentare auto şi care reprezintă, în cazul cel mai frecvent, pentru amplasamentele „PECO" — neglijînd racordările — o traiectorie parabolică limitată de axul drumului curent, se găseşte că

hodograful acestei mişcări reprezintă o curbă închisă de forma cifrei 8, ale cărei ramuri sînt de un deosebit interes pentru geometria structurală în general şi pentru obiectul în cauză în particular. (Se cunoaşte că benzinele sînt caracterizate printr-o *cifră octanică*, adică prin prezenţa cantitativă a hidrocarburei saturate C_8H_{18} — *octanul*).

Într-adevăr, considerînd că traiectoria se compune dintr-o parte a parabolei definită de ecuaţia:

$$x^2 + 2y - 2 = 0$$

sau explicitînd:

$$y = 1 - \frac{1}{2} x^2$$

şi că această traiectorie ar fi parcursă periodic de un mobil (fără frecare) care ar reveni în poziţia iniţială — vertexul parabolei $A(0, 1)$, (fig. 1) — după un interval de timp 2π, atunci (ecuaţiile mişcării plane fiind $X = \Phi(t)$; $Y = \psi(t)$)

$$y = 1 - \frac{1}{2} x^2 = 1 - 2 \sin^2 t$$

şi cum:

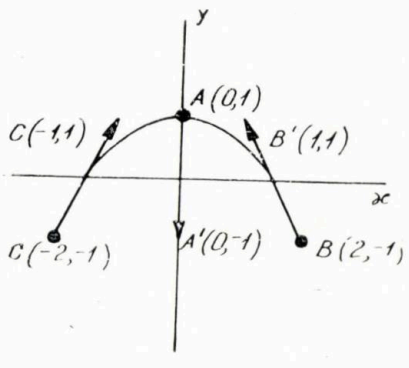
$$1 - 2 \sin^2 t = \cos 2t$$

se deduce pentru componenta Y expresia:

$$y = \cos 2t, \qquad \text{(a)}$$

iar pentru x — traiectoria rezultînd din eliminarea lui t între cele două componente ale mişcării:

$$x = 2 \sin t. \qquad \text{(b)}$$



t	x	y
0	0	1
$\frac{1}{2}\pi$	2	−1
π	0	1
$\frac{3}{2}\pi$	−2	−1
2π	0	1
etc.	etc.	etc.

Fig. 1.

Diferenţiind (a) şi (b) se obţin ecuaţiile parametrice ale *hodografului* (fig. 2) adică:

$$v_x = 2 \cos t; \; v_y = -2 \sin 2t,$$

cu ajutorul cărora se poate trasa, cu exactitatea urmărită, curba corespunzătoare.

În tabela 1 s-au trecut valorile componentelor v_x şi v_y pentru diferitele poziţii caracteristice

TABELA 1

t	v_x	v_y	v
0	2	0	2
$\frac{1}{2}\pi$	0	0	0
π	−2	0	2
$\frac{3}{2}\pi$	0	0	0
2π	2	0	0
$\frac{1}{4}\pi$	1,4142	−2	2,44
$\frac{3}{4}\pi$	−1,4142	2	2,44
$\frac{5}{4}\pi$	−1,4142	−2	2,44
$\frac{7}{4}\pi$	1,4142	2	2,44
10°	1,96962	−0,68404	
20°	1,87938	−1,28558	
30°	1,73206	−1,73206	
40°	1,53208	−1,96962	
41°	1,50942	−1,98054	
42°	1,48628	−1,98904	
43°	1,46270	−1,99512	
44°	1,43868	−1,99878	

ale mobilului în funcţie de intervalul de timp, care permit trasarea hodografului definit ca loc geometric al extremităţilor vectorilor viteză în planul X, Y.

Rotind cu $\pi/2$ axele de coordonate, se observă că ramura superioară limitată de extremităţile coardei orizontale este un arc simetric faţă de axa verticală, de alură semieliptică, pentru care tangentele la naşteri sînt paralele cu această axă ($\theta_c = 90°$), particularitate, după cum se ştie, îndeosebi avantajoasă în calculul şi comportarea suprafeţelor curbe subţiri considerate ca membrane infinit lungi.

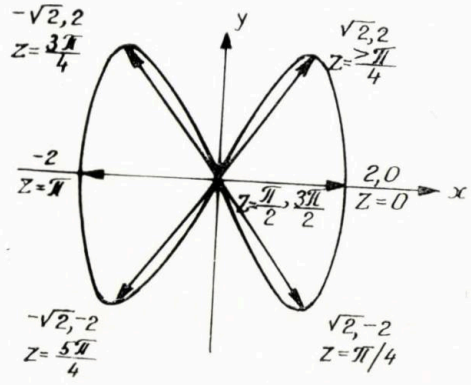


Fig. 2.

Pentru această ramură a hodografului ales, exprimînd raza de curbură în funcţie de unghiul θ (fig. 2), adică:

$$R = R_0 \cos^n \theta$$

în care R_0 este raza de curbură la cheie, se obţine o ecuaţie simplă a curbei:

$$R = 2\sqrt{\cos^2\theta + \sin^2 2\theta}$$

O dată determinată curbura principală a ramurii alese ca directrice (sau ca generatrice) starea de eforturi în regim membranal, în funcţie de încărcare, se obţine cu uşurinţă şi constituie o problemă a staticii pînzelor subţiri.

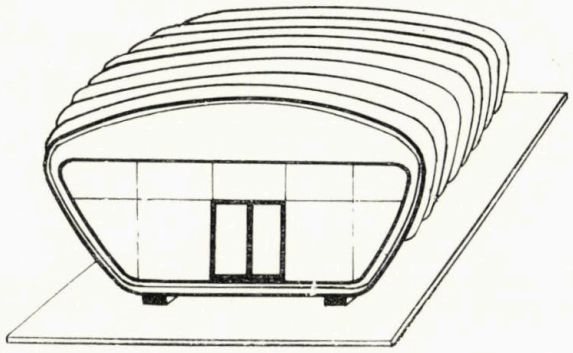


Fig. 3.

Pentru prima cabină experimentală din R_P *FS* s-a ales însă, o structură membranală puţin diferită, mai convenabilă materialelor plastice, şi anume: cadre închise cu secţiunea semitorică obţinută prin translarea unei generatrice hodografice (ramura $\sqrt{2},2 \div 2,0 \div \sqrt{2}, -2$) pe o directrice, de asemenea hodografică, ramurile simetrice $\sqrt{2},2 \div 0$ şi $\sqrt{2}, -2 \div 0$ fiind desfăcute şi alcătuind succesiv pereţii şi planşeul — podea (fig. 3).

Elemente geometrice principale. Axa mare a torului (în secţiune transversală) are 80 cm; deschiderea (coarda) directricei între naşterile bolţii este de 8 m; înălţimea la cheie: 4 m. Întreaga cabină este alcătuită din şapte asemenea unităţi torice membranale, rigiditatea necesară stabilităţii fiind asigurată prin forma şi secţiunile date.

Secţiunea transversală a semitorului care compune cadrul închis este cu profil continuu, realizat integral din stratificat poliester/fibre de sticlă.

În tabela 2 s-au dat orientativ coordonatele punctelor necesare şi suficiente pentru trasarea directricei bolţii de acoperiş (intervalul $t = 0$; $t = \pi/4$ şi simetricul acestuia). Se notează că acestea au fost calculate pentru scara 1/10 a proiectului. Se observă că raportul între directricea bolţii şi generatrice fiind 10/1, pentru trasarea acesteia din urmă folosesc aceleaşi coordonate, considerate însă la scara 1/1.

Pentru trasarea în continuare a cadrului director — intervalul $t = \pi/4 + t = \pi/2$ — coordonatele s-au dat în tabela 3.

Calculul eforturilor şi al deformaţiilor s-a făcut ca pentru membranele *foarte subţiri*, ţinîndu-se seamă de variaţia de formă a ondulaţiei. S-au admis unele ipoteze simplificatoare de conlucrare şi calcul, pentru a fi în acord cu legile lui *Charon* (conform studiului efectuat de acesta pentru capsulele aneroide).

De asemenea, s-a utilizat teoria lui Clark [2] pentru mebranele în formă de tor deschis sau închis.

Colegarea *cadrelor-tor* membranele se face prin prinderi mecanice pe piese metalice tratate anticorosiv şi incluse în bordurile laminatului.

Legăturile metalice se găsesc aşezate între elemente, deci protejate, şi constituie o armătură inextensibilă care îmbunătăţeşte rigiditatea de ansamblu a structurii.

Pentru etanşarea rosturilor se folosesc benzi elastice şi impermeabile din policloropren.

Se menţionează că ansamblul cabină este conceput a se realiza în totalitate din materiale plastice, inclusiv geamuri, uşi, mobilier, obiecte tehnico-sanitare, conducte, pardoseli etc.

TABELA 2

α° (grade vechi)	X_{cm}	Y_{cm}
0	40	0
10	39,3924	13,6808
20	37,5876	25,7116
30	34,6412	34,6412
40	30,6416	39,3924
41	30,1884	39,6108
42	29,7256	39,7808
43	29,254	39,9024
44	28,7736	39,9756
45	28,284	40,0000

TABELA 3

α° (grade vechi)	Xcm	Ycm
45	28,284	40,000
27	27,2800	39,92
49	26,24240	39,90240
50	25,71160	39,61080
53	24,07280	38,45040
55	22,94320	37,58760
58	21,19680	35,95160
60	20,0000	34,64120
62	18,77880	34,16160
65	16,90480	30,6416
68	14,98440	27,78640
70	13,68080	25,71160
72	12,36080	23,5116
75	10,35280	20,000
77	8,89800	17,5348
80	6,94600	13,6808
83	4,87480	9,67680
85	3,48640	6,94000
87	2,09360	4,18120
90	0	0

2. **Hală industrială de tip ușor.** Cu prilejul experimentării unor prototipuri de rulote din poliesteri armați — executate, de asemenea, după concepția și proiectele autorilor — și echipament tehnic și obiecte din plastic destinate mobilării acestor rulote, pentru care se întrevede posibilă și de interes economic trecerea la seriile mari, s-a considerat potrivit ca procesul de producție să se desfășoare într-o hală proprie, destinată exclusiv acestei producții. (Se cunoaște că prelucrarea rășinilor poliesterice se face în medii cu umiditate relativ scăzută — maximum 60% — și temperaturi cvaziconstante și calde — în jurul a + 20°C — ceea ce implică în mod obligatoriu prelucrarea în spații închise).

Oportunitatea utilizării pentru producția din materiale plastice a unei hale din R_pFS reprezintă atît o economie de investiție, în ceea ce privește construirea unei hale industriale afectate confecției de rulote, cît și o structură adecvată și compatibilă cu produsele ce se confecționează.

Sub acest aspect, construcția are o dublă însemnătate și noutate :

— este prima hală de dimensiuni mari afectată unei producții curente, concepută integral din materiale plastice ;

— este prima hală din țară destinată prelucrărilor complexe a rășinilor consolidate cu fibre de sticlă.

Arhitectură. Rezistență. Profilul tehnologic al halei necesită o suprafață de construcție de circa 1700 m² distribuiți pe o deschidere liberă de minimum 22 m , cu înălțimea de 4,50 + 7,50 m, aceasta din urmă în ipoteza adoptării unor mijloace ușoare de ridicat și de transport, situate la înălțime.

S-au ales dimensiunile în plan 24 × 70 m, adică o suprafață de lucru de 1 680 m², cu înălțimea minimă de 6 m.

Pentru închiderea și acoperirea halei s-au studiat, ca mai economice, elementele prefabricate de forme sinclastice și anticlastice, aceste structuri reprezentînd soluții mai convenabile materialelor sintetice și fiind mai reușite ca plastică.

În această notă se prezintă patru forme structurale cu caracter experimental care alcătuiesc totodată și variante arhitecturale, acest material, cu excelente calități rezistente (la întindere), permițînd realizarea unor construcții de avangardă în care *statica construcției* se identifică cu *arhitectura construcției* ; caracteristic este faptul că elementele estetice întotdeauna prezente ca adaos sub diferite manifestări materiale care îmbracă și ascund structura rezistentă a unei construcții în scopul realizării unei „linii" sau a unei „compoziții", sînt total înlocuite de către însăși structura de rezistență. În fiecare dintre variantele studiate construcția este compusă dintr-o succesiune de suprafețe cu dublă funcționalitate :

— rezistență, ca membrane structurale ;

— arhitectură, ca forme și material, realizîndu-se un minim ergonomic-reprezentat prin identitatea structură = arhitectură.

Forma experimentală. 1. Construcția halei este alcătuită — pereții exteriori și acoperișul — din asamblarea unor elemente prefabricate de suprafețe sinclastice — elipsoizi de revoluție — cu elemente de suprafețe anticlastice (hiperbolizi cu o pînză).

S-au putut utiliza astfel pentru prima oară într-o alcătuire de structură rezistentă suprafețe de translație cu directoare curbe oarecare ; prin aceasta se realizează o contribuție directă la proiectarea și experimentarea unei noi structuri *rezistente prin formă*, dificil și oneros de studiat și realizat din materiale plastice.

Pentru stratificatele sintetice armate cu fibră de sticlă suprafețele cele mai indicate — date fiind rezistențele mari la întindere pe care le conferă fibra de sticlă — sînt suprafețele geodezice.

Cum formele obligate de aceste suprafețe sînt incompatibile cu planul general al unei hale industriale, (fiind de tip cupolă) s-a căutat o structură care să-și garanteze stabilitatea prin folosirea calităților optime ale materialului component. Suprafețele dublu curbate generate prin translație sînt rezultatul căutării unor forme ușor și economic echilibrabile, proprii materialelor mulabile cu textură membranală. În ansamblul structurii, tensiunile din aceste suprafețe sînt echilibrate prin participarea, în portanța spațială, a suprafețelor eliptice — acestea din urmă asumînd, de asemenea, dubla funcționalitate : de element portant și de element de închidere, arhitectural. În această variantă, întreaga secțiune transversală a halei — pe o travee de 5,00 m — este realizată din asamblarea a numai două tipuri de prefabricate — care reprezintă suprafețele din categoria geometrică numită ; anterior pe travee și pe hală, elementele distincte au o repetiție de 6, respectiv 84 ori.

Fațadele principală și posterioară sînt realizate, de asemenea, prin utilizarea acelorași elemente, racordarea cu structura transversală făcîndu-se, însă, prin tipuri particulare de hiperboloizi (ca dimensiuni), pentru care sînt necesare tipare speciale.

Îmbinarea între elemente se face pe bordurile de intersecție, fie prin lipire directă cu rășină poliesterică (soluție recomandabilă pentru construcțiile fixe), fie prin șuruburi de înaltă rezistență, cadmiate sau inoxidabile.

Particularități. Construcția fiind concepută ca un ansamblu integral plastic prezintă următoarele particularități :

— accesul în și ieșirea din hală se face prin uși din stratificat sintetic ;

— deoarece accesul în hală se poate face și cu mijloace de transport, ușile sînt prevăzute cu cadre de gardă executate tot din laminate sintetice dure, de mare rezistență și de o construcție specială, prin presare ;

— nu s-a prevăzut o iluminare naturală, materialul fiind translucid;

— fundațiile sînt realizate din stratificate, fibre de sticlă, de o formă proprie materialului și structurii;

— pardoseala este alcătuită dintr-un „sol industrial" proiectat pe bază de rășini de tip „Epikote", sau în funcție de compartimentările tehnologice din dale sintetice (dale din plastoroc, tablă striată plastică ș.a.) cu calități antiacide, antiuleioase și nealunecoase;

— pereții despărțitori, sau compartimentările puțin înalte se execută din rășini poliesterice consolidate cu fibre de sticlă si fibre vegetale crude, cu bună rezistență la șoc (loviri); fibrele sintetice — deși mai recomandabile — au dezavantajul unui cost ridicat;

— trotuarul se realizează din „tomete" din material plastic cu nisip cuarțos — pentru oferirea unor suprafețe rugoase;

— consolele pentru prinderea instalațiilor interioare — din material plastic rezistent;

— conductele pentru scurgerea apei uzate și a apei tratate, sînt din PVC, îmbrăcat cu R_pFS;

— căminele separatoare sau de vizitare s-au prevăzut a se executa, de asemenea, din stratificate sintetice consolidate.

Forma experimentală 2. Ansamblul este compus din elemente hiperbolice și parabolice (P. H.) fixate între ele — prin lipire sau șuruburi — și în fundații de material plastic armat.

Elementele P.H., în formă de undă cu mare curbură, se descarcă pe fundațiile culei de tip particular, și anume; gabioane de plastic, lestate cu material de umplutură — rezultat din săpături.

În această variantă s-a adoptat o soluție de iluminat natural prin ferestre cu rame sintetice, dispuse la capetele hiperboloizilor; ochiuri mobile asigură și o ventilație naturală a halei.

Forma experimentală 3. Este o structură realizată în întregime din elemente P.H. atît pereții, cît și acoperișul, acesta din urmă avînd doi versanți — cu tirant ascuns; din această cauză, intradosul elementelor prezintă forme interesante și de un efect estetic reușit. Execuția — — partea de mulare individuală a elementului prefabricat — comportă dificultăți implicate de rigoarea cu care trebuie asigurate dimensiunile geometrice, abateri mai mari ca 0,5% neputînd fi admise.

În toate variantele, forma de plecare este o configurație geometrică a cărei suprafață nu este desfășurabilă și din această cauză este foarte dificil de realizat din materiale *care nu se mulează cu ușurință*, cum este cazul materialului plastic.

Pentru realizarea fiecărei dintre variante este prevăzută întrebuințarea rășinii poliesterice armate cu fibre de sticlă în țesătură sau cu fetru, întregul ansamblu fiind descompus în elemente prefabricate primare. Grosimea elementelor în zonele membranale este de 4 mm, iar bordurile ajung prin îngroșări locale la 2,5 cm.

În contaxtura acestora s-au prevăzut țesături și feutru de tip VERTEX și țesături vegetale.

Îngroșarea pe borduri a fost cerută de prezența perturbărilor marginale și de asigurarea unei fixări certe. Elementele sînt ușor colorate în albastru (o tentă), pentru a se evita reverberația.

Forma experimentală 4. Comparativ, s-a tratat o variantă de structură cu alură clasică: prisme triunghiulare intersectate de suprafețe cilindrice. Dezavantajul unei asemenea variante este consumul de material sporit necesar asigurării secțiunilor rezistente, care implică prezența unor nervuri de rigidizare dificil a se realiza prin mulare directă.

În toate variantele, stratificatele s-au prevăzut a avea în textura lor compuși chimici care să le asigure o autoextingibilitate.

De asemenea, suprafețele expuse intemperiilor au fost protejate împotriva efectului acestora și al luminii.

Justificarea tehnico-economică a variantelor. Unul dintre cele mai convingătoare argumente pentru promovarea materialelor plastice armate în construcție, rezidă din faptul că forma rezistentă și arhitecturală poate interpreta în mod exact și concret potențialitatea efectivă a materialului, a cărui libertate de mulare îi permite o utilizare aproape fără limită, prin posibilitatea desfășurării acestuia în suprafețe de formă continuă.

Un alt argument constă în faptul că materialul prezintă, pe lîngă un raport întotdeauna mai convenabil între rezistențe și greutate, o consecventă lărgire a limitelor statice și o bună creștere a gradului de coeziune între părți (prefabricate), datorită celor mai perfecționate tehnici de asamblare și sudare (lipire).

În fața acestei realități tehnologice stă faptul că pentru a fi fundamental modificate bazele constructive prin trecerea de la materialele puțin coerente și de mare greutate specifică, la materialele puternic coerente și ușoare, trebuie părăsite principiile, atît tehnologice, cît și de expresivitate în construcții, generate din suprapunere, acestea fiind proprii mortarelor și pietrei, brutal condiționate de legea gravitației.

Principiile care stau în prezent la baza unei utilizări satisfăcătoare a materialului și de un optim raport între cantitatea întrebuințată și rezultatul urmărit, nu sînt altele decît acelea aparținînd fizicii și mecanicii contemporane, capabile să interpreteze în fond natura și comportamentul materiei.

Materialele plastice prezintă, pe lîngă un raport între rezistență și greutate mult îmbunătățit față de materialele obișnuite de construcție, caracteristică proprie, care duce la alcătuiri structurale deosebite și interesante; această particularitate rezidă în marea disponibilitate de a îmbrăca forme ușor realizabile prin procese

TABELA 4

Nr. crt.	Varianta de material	Cost fundații (DM)	Construcții și montaj (DM)	Preț total hală (DM)	Preț unitar (DM/m²)
1	Metalică	3 000	17 000	20 000	70
2	*Rp. Fs. unde* de 75 cm lățime lucrate prin „contact"	2 500	26 000	28 500	98
3	*Rp. Fs. unde de 75 cm lățime* lucrate prin presare	2 500	13 000	15 500	53
4	*Rp. Fs. unde de 75 cm lățime* însă, *unde* de 1,00 m lățime	2 000	11 000	13 000	45

de mulare industrializabile și productiv convenabile — independent de formele spațiale date materialului. Prin aceasta, structurile cele mai rezistente și totodată cele mai economice, adică suprafețele nedesfășurabile și de grosime variabilă, devin comune materialelor plastice, care permit o mulare ușoară și economică în comparație cu betonul sau metalul. Din această cauză, a fost preferat în proiectarea primelor construcții mai importante propuse a se executa în țara noastră din materiale plastice, domeniul de cercetare cel mai stimulant, fie din punct de vedere structural, fie din punct de vedere expresiv, sau, în sens mai generic, acela al marilor structuri membranale dezvoltate pe cele trei direcții ale spațiului euclidian.

Pentru acest material, există un raport precis între formă și structură (stăpînit de legile fizicii și matematicii), în funcție de care anumite configurații ale materiei devin structural eficiente și expresiv aderente realității exprimate.

Datorită acestor posibilități de predeterminare a cantității de material necesare și suficiente, ca o condiție de structură (cu tot costul încă ridicat al maselor plastice armate), construcția în ansamblu devine concurenta ei însăși, în ipoteza alcătuirii cu materiale tradiționale.

Un exemplu specific îl oferă prima construcție de dimensiuni mai mari realizată din poliester armat cu fibre de sticlă la Lincoln (Marea Britanie), în primăvara anului 1968. Construcția-mulată de Aumac Ltd — acoperă o piscină și are 30 m lungime și 15 m lărgime și este compusă din elemente P.H. fixate între ele și colegate de fundații din beton. Construcția a fost realizată într-un timp record : trei luni (mulajul-prefabricatelor) — montajul propriu-zis fiind efectuat în patru zile, cu ajutorul unei macarale ușoare mobile. *Costul construcției a revenit cu 25% mai mic decît orice altă structură comparabilă* [3].

Pentru dimensiunile halei și secțiunile rezistente adoptate, metrul pătrat de suprafață acoperită a fost evaluat la 1 450 lei, socotind cu o grosime medie a stratificatelor de 6 mm (cu un conținut de fibre de sticlă de 40% în volume) și un cost al kilogramului de stratificat gata montat de circa 90 lei.

Pentru variantele 1 — 3, evaluarea totală a investiției rezultă de 2 040 000 lei partea de construcție (1 450 lei/m² × 1 750 m²), exclusiv dotările tehnice și utilitățile.

Pentru varianta a 4-a grosimea medie a stratificatelor fiind de aproximativ 7,5 mm, în evaluare apare o creștere de circa 12% (circa 1 600 lei/m²).

Se redă o tabelă comparativă [4] cu costuri în mărci pentru o structură cu caracteristici apropiate de ale aceleia ce face obiectul prezentei note — hală din *Rp. Fs*, de 12,00 × 24,00 m, $h = 4$ m — întocmită cu concursul Institutului de Mase Plastice al Academiei Germane din Berlin, pentru a scoate în evidență că în condiții de lucru îmbunătățite și în funcție de caracteristicile structurii (ca soluție de proiect) costul unitar se reduce sensibil.

OBSERVAȚII

1. Construcțiile avînd caracter experimental, în prima etapă s-a propus să se realizeze cîte 1,2 travee din structurile variantelor 1 și 2 ca fiind mai reprezentative și cu calități tehnologice (prefabricate) și structurale mai eficiente.

2. Deoarece întrebuințarea fibrei de sticlă este necesară acolo unde intră în joc solicitări statice, iar acolo unde se prevăd și solicitări dinamice este preferabilă folosirea fibrelor sintetice, (și în proiect s-a avut în vedere aceasta prin introducerea în contextură a unor țesături vegetale), experimentarea va trebui să urmărească și acest comportament, prin realizarea unor elemente, de exemplu : unda P. H., varianta 2, cu consolidarea aproape integrală din țesături vegetale.

3. Calculele statice de predimensionare s-au făcut ca pentru structuri lucrînd în stadiul de membrană.

Coeficientul de siguranță în elementele de structură s-a luat egal cu 6.

Comportamentul materialelor plastice armate sub acțiunea sarcinilor static variabile s-a apreciat după W a t t i n g [5], pentru condiții de exploatare în mediu cu temperaturi normale, (și în acest sens au fost întreprinse de autori și unele cercetări în cadrul laboratorului de secție al executantului, în special pentru urmărirea variabilității modulului E în funcție de variabilitatea sarcinii) și după S c h w a r t z comportamentul sarcină-deformație sub acțiunea solicitărilor de scurtă și lungă durată și la diferite temperaturi.

Rezistențele la șoc pentru elementele de protecție s-au limitat la 30 kgm.

Bibliografie

1. x x x Plastics. Rubber Weekly april. 1968, p. 103.
2. C l a r k , R. A. „On the theory of thin elastic toroidal shells" În : T. Math. Phis, oct. 1950, p. 146.
3. x x x Plastiques modernes et elastomeres. Dec Red. nr. 541, **20**, nr. 5, iun. 1968, p. 109.
4. W e n d e , A., B e r n e r t , I., H i n t e r s d o r f , G. În : Kunststoffe Bd. 55 dec. 1965, p. 900.
5. W a t t i n g , A. Comportamentul plasticelor armate sub acțiunea sarcinilor static variabile. În : Kunststoffe, dec. 1966, p. 846.

NOTE TEHNICE

O METODĂ RAPIDĂ DE ALEGERE ŞI DE VERIFICARE A CABLULUI DE MANEVRĂ AL INSTALAŢIILOR DE FORAJ

Cablul de manevră al instalaţiilor de foraj trebuie să corespundă ca dimensiune şi construcţie recomandărilor din tabela 1.

Alegerea cablului se face cu respectarea condiţiei:

$$S_r > C_s F_t,$$

în care:

S_r este sarcina minimă de rupere a cablului;

C_s — coeficientul de siguranţă;

F_t — tracţiunea maximă în cablu.

La diferite operaţii de manevră coeficientul de siguranţă C_s trebuie să aibă valorile din tabela 2.

Determinarea rapidă a coeficientului de siguranţă C_s se poate face cu ajutorul diagramei din figura 1, în modul următor:

Cunoscînd sarcina la cîrlig Q_c, în *tf* cu ajutorul unei linii orizontale se află, pentru numărul $2z$ de fire al mecanismului macara geamblac, tracţiunea în cablu F_t, de asemenea, în *tf*. Trasînd verticala corespunzătoare valorii rezultate pentru F_t, aceasta va intersecta curba caracteristică unui anumit diametru de cablu d_c, într-un punct din care se duce o linie orizontală pînă la scara ce indică valoarea coeficientului de siguranţă C_s.

TABELA 1

Recomandări pentru alegerea cablului de foraj

Adîncimea de foraj	Diametrul cablului, mm (in)	Construcţia cablului
mică pînă la 2 500 m	25 (1), 28 (1.1/8)	6×19 Sil cu σ_r = 160 kgf/mm² sau σ_r = 180 kgf/mm², preformat sau nepreformat, cruce dreaptă, cu inimă metalică independentă sau cu inimă vegetală
medie între 2 000 şi 4 000 m	28 (1.1/8), 32 (1.1/4)	
mare peste 4 000 m	32 (1.1/4), 35 (1.3/8), 38,1 (1.1/2)	6×19 Sil cu σ_r = = 200 kgf/mm² preformat cu inima metalică independentă

TABELA 2

Coeficienţi minimi de siguranţă pentru cablul de foraj

Utilizarea cablului	Coeficient de siguranţă minimum C_s
Extragerea şi introducerea garniturii de foraj (în limita sarcinii normale de lucru la cîrlig)	3
Introducerea coloanei de tubaj (în limita sarcinii maxime de lucru la cîrlig)	2
Instrumentaţie (în limita sarcinii maxime de lucru la cîrlig)	2

În diagramă au fost incluse cablurile din tabela 3.

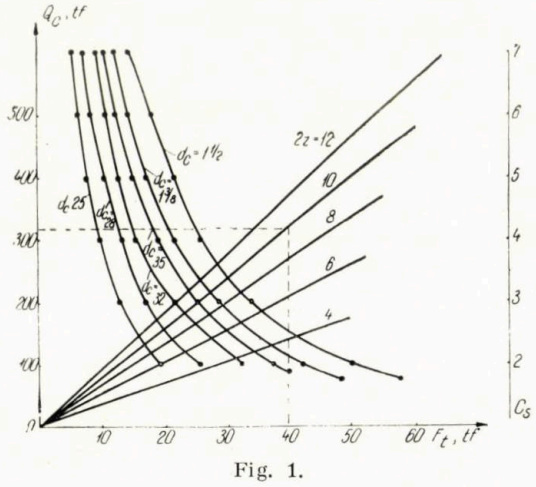


Fig. 1.

TABELA 3

Cabluri Sil 6 X 19 pentru forajul rotativ

Diametrul cablului d_c		Construcţia cablului	Masa informativă, kg/m	Rezistenţa de rupere a sîrmelor τ_r, kgf/mm²	Sarcina minimă de rupere a cablului, kgf
mm	in				
25	(1)	STAS 1689-60	2,33	180	38 081
28	(1.1/8)	STAS 1689-60	3,09	180	50 310
32	(1.1/4)	STAS 1689-60	3,95	180	64 397
35	(1.3/8)	STAS 1689-60	4,58	180	74 611
(34,95)	1.3/8	API Std 9A	5,21	200	84 800
(38,1)	1.1/2	API Std 9A	6,19	200	100 800

V. Cristea

SITUAȚIA CERCETĂRILOR PENTRU DESCOPERIREA DE HIDROCARBURI ÎN MAREA NEAGRĂ

În ultimul timp, revistele de specialitate au publicat date despre cercetările întreprinse în Marea Neagră pentru descoperirea de hidrocarburi (Oil and Gas Journal, **67**, nr. 42, 20 oct. 1969, p. 46; Oil and Gas J., **67**, nr. 50,15 dec. 1969, p. 38—39; Oil and Gas Internat., **19**, nr. 2, febr. 1970, p. 85—86). Platforma continentală a Mării Negre a fost ultima regiune marină de pe glob, care a atras atenția cercetătorilor. Se rezumă mai jos desfășurarea cronologică a cercetărilor.

R. P. Bulgaria

Dintre cele patru țări riverane ale Mării Negre: U.R.S.S., R.S. România, Turcia și R. P. Bulgaria, cea din urmă a forat prima sondă marină în apele Mării Negre, în anul 1968, ca urmare a unor lucrări anterioare efectuate pe uscat. În 1951 a fost descoperit micul zăcămînt petrolifer de la Tiulenova, situat pe suprafața continentală a peninsulei Caliacra (NE de Varna și în apropiere de Cavarna), pe care au fost forate un număr de sonde de exploatare a căror producție totalizează astăzi circa 320 m^3/zi. Pentru a verifica ipoteza întinderii acestui zăcămînt sub apele mării, în 1957 s-a forat în această schelă o sondă dirijată în mare, care a confirmat ipoteza întinderii zăcămîntului Tiulenova în zona submarină. Aplicîndu-se tehnologia sovietică din Marea Caspică, s-a construit o estacadă care înaintează circa 400 m în apele mării, adînci de circa 10 m, la capătul căreia s-a instalat o platformă fixă de pe care s-a proiectat forarea a șapte sonde. Forajul primei sonde a fost terminat la finele anului 1968, atingîndu-se stratul la adîncimea de 358 m și a fost pusă în producție la începutul anului 1969. Date asupra debitului sondei nu au fost publicate. O a doua sondă a ajuns, de asemenea, în strat, iar după unele informații, se pare că au fost forate în total cinci sonde, în afară de prima sondă verticală. Se pare că zăcămîntul este de dimensiuni reduse. În același timp, specialiștii sovietici au întreprins lucrări de prospectare pe platforma continentală a R.P. Bulgaria, în căutarea de noi structuri. În toamna anului 1969, nava specială de prospecțiuni marine ,,Juri Godin'' a identificat zece structuri potențial petrolifere și gazeifere, repartizate în patru zone, dintre care una se află în apropierea peninsulei Caliacra, la sud de prima sondă marină de explorare. Lucrările de prospecțiune ale navei ,,Juri Godin'' sînt în continuare.

U.R.S.S.

Este a doua dintre țările riverane care va fora o sondă în Marea Neagră. Lucrări anterioare de prospectare geofizică au identificat o structură de gaze naturale la sud de Odesa. Sonda proiectată este situată la 112 km sud de Odesa și este destinată a fora pînă la adîncimea de 3 000 m pentru determinarea productivității acestei structuri. Ea va fi instalată pe o platformă de oțel, de construcție sovietică, în ape cu adîncimea de circa 30 m și valuri pînă la 14 m înălțime. O altă zonă din Marea Neagră, în care s-au efectuat prospecțiuni intense, este coasta de est a Mării Negre, la sud de Krasnodar. Se afirmă că există numeroase indicații pentru existența unor zăcăminte de gaze.

Turcia

Societatea petrolieră de stat turcă: Turkiye Petrolleri Anonim Ortaklugi (TPAO) a întreprins pe cont propriu lucrări de prospecțiuni seismice pe coasta de sud-vest a Mării Negre, începînd de la frontiera turco-bulgară spre Bosfor, și mai departe, spre est, identificînd un depozit sedimentar gros și mai multe structuri ,,probabile''. În această zonă TPAO a încheiat un contract în valoare de 500 000 $ cu firma americană ,,Delta Exploration'' pentru efectuarea unui profil de prospectare seismică de semidetaliu, în lungime de 2 700 km, care urmează a fi terminat la mijlocul anului 1970. În continuare, TPAO a concesionat această zonă societății americane ,,Westates Petroleum'' din Los Angeles. Zona concesionată începe de la frontiera turco-bulgară, de-a lungul coastei, spre est, pe o lungie de circa 324 km pînă la localitatea Zonguldak și este aproximativ limitată în mare de izobata de 200 m, însumînd o suprafață de aproape 1 mil. ha. În acordul încheiat, cotele de participație sînt următoarele: 550 % TPAO; 40 % m Westates Petroleum (care a cedat 50 % societății italiene Montecatini — Edison), restul de 5 % fiind rezervat unui al patrulea asociat. Operator este Westates, care va începe forajele de explorare în 1970, de îndată ce lucrările societății Delta Exploration vor contura una sau două structuri promițătoare. Planul Westates prevede lucrări de foraje în valoare de 1,5 mil. $ pentru anul 1970 și de 3 mil. $ pentru 1971. Acordul mai prevede că Westates va acorda societății TPAO un împrumut de 1 mil. $ pe timp de doi ani, fără dobîndă, sumă ce va fi bonificată de îndată ce vor începe forajele.

În cazul unor descoperiri comerciale, TPAO va rambursa 50 % din cheltuielile făcute de Westates pînă în acel moment și va suporta 50 % din cheltuielile investițiilor de dezvoltare, primind în schimb 55 % din producția sondelor.

TPAO a mai executat pe cont propriu foraje de explorare terestră în zona din jurul localității Sinop, situată la jumătatea distanței litoralului turc al Mării Negre față de frontierele cu R. P. Bulgaria și U.R.S.S., dar toate sondele forate au fost sterile. Zona estică a platformei continentale turcă prezintă, de asemenea, interes și a fost concesionată recent societății canadiene ,,Peyto Oil'', pe o suprafață de peste 50 000 ha, începînd de la 60 km vest de frontiera turco-sovietică, spre vest. Societatea ,,Peyto Oil'' execută lucrări de prospectare seismică.

TENDINȚE DE EVOLUȚIE A STAȚIILOR DE DISTRIBUȚIE A PRODUSELOR PETROLIERE

Pe linia modernizării și rentabilizării stațiilor de distribuție și service pentru autovehicule sînt în curs de aplicare o serie de îmbunătățiri în funcționarea acestora. Cea mai importantă îmbunătățire o constituie introducerea sistemului de vînzare a benzinei prin autoservire, acest sistem practicîndu-se în următoarele variante.

— Cu plata ulterioară.

În acest sistem, automobilistul după ce își face singur plinul la mașină, plătește la casă suma imprimată automat eliberat de mecanismul care înregistrează funcționarea pompei de benzină. Totodată, în stație, automobilistul are la dispoziție cele necesare pentru micile ajustări (presiunea la pneuri, apa pentru circuitul de răcire etc). În cazul acestei variante este necesară prezența unui casier al stației.

— Cu plata anticipată.

Acest sistem este realizat prin pompe cu automate care funcționează:

— cu monede;

— cu bancnote.

Prin acest sistem se poate asigura vînzarea benzinei, zi și noapte, fără întrerupere, fără nici un fel de personal în afară de cel de întreținere a stației.

Pe linia asigurării diverselor operații de întreținere (service) a mașinilor se remarcă apariția unor sisteme mecanice perfecționate. Astfel, pentru gresaj se remarcă utilizarea din ce în ce mai frecventă a podurilor electromecanice, cu 2 și 4 coloane care permit executarea de operații mai sigure și mai raționale. Pentru spălare, munca manuală este înlocuită cu sisteme automatizate reprezentate în acest caz printr-un portic s-au tunel de spălare cu perii, care se va generaliza, datorită simplității sale de utilizare și rapidității cu care se execută operația, mai ales în formula autoservirii pe bază de plată la automate funcționînd cu bancnote sau monede.

Referitor la noile creaţii de centre de deservire a autovehiculelor se remarcă două tendinţe de profilare:

— una referitoare la vînzarea şi montarea de accesorii (aparate radio, pneuri, acumulatori, sisteme anticeaţă, avertizoare, huse etc.);

— una mult mai tehnică, denumită deja ,,Quick Service'' (servici rapid) bazat pe utilizarea de aparatură perfecţionată, adesea electronică, asigurînd diferite reglaje şi control ale unor organe mecanice sau electrice ale maşinii.

Se consideră că în circa 5 ani, o proporţie de 75 % din numărul de staţii de distribuţie şi servicii se va prezenta astfel:

Pe de o parte prevăzute cu:

— o secţie pentru vînzarea benzinei şi uleiului amenajat cu instalaţii pentru autoservire, funcţionînd tot timpul zilei în sistemul cu plata ulterioară, iar în timpul nopţii şi în zilele de repaus, cu plata anticipată;

— o secţie pentru spălare şi uscare, cu servici automatizat;

— o secţie de vînzare, în sistem de autoservire, pentru accesorii auto şi diverse materiale.

Întreaga staţie este în responsabilitatea unei echipe de încasatori.

Pe de altă parte prevăzută cu:

— un atelier înzestrat cu aparatură de înaltă tehnicitate care să efectueze:

— controlul vehiculelor;

— punerea la punct şi reglajul unui număr de organe ale vehiculelor: carburator, sistem de frînare, sistem de aprindere, sistem de iluminare şi eventual schimbarea unor organe de dimensiuni şi tipuri normalizate (discuri de frînă, amortizoare etc.), şi bineînţeles montarea accesoriilor cumpărate la secţia de vînzare a staţiei.

DOCUMENTARE

x x x **Activitatea de explorare pentru hidrocarburi în Grecia.** În: World Oil **170**, nr. 2, 1 febr. 1970, p. 50 şi Erdöl und Kohle-Erdgas, **23**, nr. 4, april. 1970, p. 263.

Societatea ,,An-Car Helenic Oil'' filiala societăţii americane An-Car Oil din Boston, S.U.A., a obţinut de la guvernul grec o suprafaţă marină şi terestră de peste 1 mil. ha, în partea vestică a ţării, în zona insulei Zakinthos, pe care societatea An-Car va fora prima sondă de explorare în vara anului 1970, proiectată pentru adîncimea de 2 440 m la formaţiunea cretacic. Pentru efectuarea programului de explorare, eşalonat pe o perioadă de cinci ani, Societatea An-Car a planificat să cheltuiască 4,5 mil. $. Zakinthos este cea mai mare insulă din vestul Greciei şi pe suprafaţa ei, societatea British Petroleum a exploatat un zăcămînt de ţiţei situat la o mică adîncime, în perioada 1930—1940. În timpul celui de-al doilea război mondial, schela a fost distrusă. În partea estică a ţării, Societatea ,,Ada Oil Exploration'' din Huston (Texas) a achiziţionat o concesiune de peste 400 000 ha în întregime marină, în jurul insulei Lemnos, pentru executarea de explorări. Contractul, pe o perioadă de cinci ani, prevede cheltuirea sumei de 7,2 mil. $ pentru lucrări geofizice şi foraje de explorare. Prima sondă va fi forată cel mai tîrziu în 1972, iar sondele următoare în anii 1973 şi 1974. În total, vor fi săpate cinci sonde la adîncimea de minimum 2 654 m. În cazul că se va găsi ţiţei, Ada va obţine dreptul de exploatare pe o perioadă de 28 de ani.

Insula Lemnos se află în vecinătatea frontierei greco-turce, cu ape adînci de 183 m. Mai multe aflorimente de ţiţei au fost înregistrate în acea zonă cu strate de vîrstă terţiară.

În martie 1970, societatea ,,Texaco Greece'' a început foraje de explorare pe o concesiune pe o suprafaţă de 615 000 ha situată în golful Thermackos la 72 km sud-vest de Salonic. Înainte de semnarea contractelor de concesiune statul grec, prin Institutul de geologie şi cercetare a subsolului, a efectuat foraje terestre în sudul Greciei, la adîncimea maximă de 180 m. Cele mai multe sonde au fost sterile. Actualmente este prevăzută forarea a cel puţin şase sonde pentru ţiţei, cu care se speră să se mărească rezervele ţării.

K i s e l m a n, M. L. **Determinarea experimentală la sondele adînci a forţelor de rezistenţă produse în timpul operaţiilor, de introducere-extragere.** În: Burenie, nr. 3, mart. 1970, p. 34—37.

Se arată necesitatea cercetării experimentale a forţelor de rezistenţă ce se produc între garnitura de foraj şi pereţii găurii de sondă.

Se descrie construcţia aparatului pentru măsurarea în sondă a forţelor de rezistenţă produse în timpul operaţiilor de introducere şi extragere.

Se prezintă rezultatele măsurării forţelor de rezistenţă la unele sonde a Uniunii ,,Groozneft'' şi se stabilesc limitele utilizării aparatului realizat în cursul săpării sondei.

D o p i l k o, L. I. **Stabilirea compoziţiei amestecurilor de ciment şi argilă.** În: Burenie, nr. 3, mart. 1970, p. 25—27.

Se analizează cauzele cimentărilor nereuşite cu amestecurile de ciment şi argilă (ACA) a coloanelor şi se arată condiţiile ce trebuie să îndeplinească materialele componente. Pentru stabilirea expeditivă a compoziţiei optime a ACA se propune utilizarea unei nomograme cu indicarea modului cum se elaborează nomograma.

Se dă analiza argilelor măcinate, utilizate de către trustul ,,Poltavagazrazvedka'', pentru prepararea ACA optime.

Ş c e r b a n i n, A. A. **Corectarea orientării găurii dirijate a sondei forată fără utilizarea sistemelor de deviere.** În: Burenie, nr. 3, mart. 1970, p. 16 — 18.

Se descrie componenţa recomandată pentru partea de jos a garniturii de foraj la săparea sondelor dirijate. Astfel, pentru creşterea unghiului de înclinare este indicată mufa stabilizatoare intercalată între sapă şi turbină, iar pentru reducerea acestui unghi — o prăjină grea în locul mufei stabilizatoare. Pentru menţinerea pe direcţie a găurii sondei se recomandă utilizarea stabilizatorului format din şase platbande groase sudate pe niplul turbinei.

Ş a n d i n a, V. M. **Influenţa suprafeţei de contact cu roca a dinţilor sapei asupra eficienţei acţiunii sale.** În: Burenie, nr. 3, mart. 1970, p. 9—13.

Se examinează problema referitoare la influenţa presiunii specifice de contact a dinţilor asupra eficienţei lucrului sapei.

Se trage concluzia că, la alegerea sapelor de un tip anumit, trebuie preferate sapele la acţionarea cărora se obţin presiuni specifice de contact maxime.

A l e k s a n d r o v, M. A. ş.a. **Influenţa preciziei în execuţie a sapelor cu conuri asupra indicatorilor de foraj.** În: Burenie, nr, 3, mart. 1970, p. 6 — 9.

Se prezintă rezultatele analizei indicatorilor de lucru şi a caracterului uzării sapelor cu diametrul de 214 mm, produse de uzina de sape Kuibîşev.

Pe baza acestei analize se trage concluzia, că împrăştierea indicatorilor de lucru în curs a sapelor (coeficient de variaţie cuprins în limitele de la 38 la 46 %) se datorează inconstanţei în precizia execuţiei sapelor.

Se prezintă rezultatele observărilor statistice stabilite după o metodă specială, efectuate atît în stadiul de fabricaţie (la uzină), cît şi de utilizare (la sondele în foraj) asupra calităţii a 500 bucăţi sape K—214 T şi K—214 CT în ceea ce priveşte următorii indicatori: poziţia conurilor în raport cu filetul; diametrul sapei; bătaia radială a conurilor faţă de axa filetului; jocul axial al conurilor.

După rezultatele funcţionării acestor sape se dă calculul eficienţei economice de utilizare a sapelor fabricate cu o mai mare precizie.

Mehtiev, E. H. **Problemele defectoscopiei prăjinilor şi burlanelor**. În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeistvo, **50**, nr. 4, april. 1970, p. 22—23.

În articol se susţine necesitatea aplicării defectoscopiei pentru controlul burlanelor şi al prăjinilor. Sînt descrise metodele defectoscopiei şi aparatele fabricate de către industria sovietică. Se prezintă rezultatele încercării capacităţii de lucru a defectoscoapelor PED—1 (bazat pe curenţi electrici turbionari) şi DTB—1 (bazat pe ultrasunete) destinate controlului nedistructiv al burlanelor şi prăjinilor.

Sînt formulate problemele necesare de rezolvat legate de utilizarea raţională a aparatelor de defectoscopie.

Mamedov, A. A., Ahmedov, S. Z. **Cauzele şi prevenirea degradării coloanelor la probarea şi exploatarea sondelor**. În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 4, april. 1970, p. 20—22.

Cauzele degradării coloanelor din timpul probelor de punere în producţie şi de exploatare a sondelor sînt multiple şi variate, ele fiind legate de caracterul deformaţiei şi deteriorării burlanelor.

În articol se arată şase feluri de degradare a burlanelor produse în practica efectuării probelor de punere în producţie şi de exploatare a sondelor.

Se analizează cauzele degradării în raport de caracterul deformaţiei şi deteriorării, pentru fiecare caz în parte propunîndu-se măsuri de prevenire a degradării.

Aliev, L. F. ş.a. **Determinarea momentului de strîngere a îmbinării filetate a prăjinilor de pompare**. În : Za tehniceskii progress, **10**, nr. 4, april. 1970, p. 32—36.

Se prezintă rezultatele cercetării teoretice şi experimentale ale repartizării pe lungimea îmbinării filetate a prăjinilor de pompare, acţiunea efortului axial şi a momentului în procesul de strîngere, precum şi acţiunea forţei exterioare de întindere după încetarea strîngerii.

Formulele de calcul obţinute permit determinarea momentului optim de strîngere cu asigurarea unei etanşe şi rezistente îmbinări filetate.

Guseinov, G. P. ş.a. **Evaluarea perioadei de exploatare a zăcămintelor de petrol aflat în stadiul de inundare**. În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 4, april. 1970, p. 33—36.

Utilizînd datele efective ale exploatării zăcămintelor de petrol din peninsula Apşeron aflate în stadiul înaintat de exploatare, s-a stabilit relaţia analitică pentru recuperările finale de petrol η în funcţie de raportul între viscozitatea petrolului μ şi permeabilitatea stratelor k, precum şi între producţia finală însumată de lichid Q_l şi rezerva de petrol Q_r.

Plecînd de la datele efective ale producţiei de petrol şi de lichid ale unui zăcămînt dat se trasează curba relaţiei :

$$\eta = f\left(\frac{Q_l}{Q_r}\right).$$

Fixînd durata de exploatare a zăcămîntului respectiv, se determină după curba trasată recuperările totale şi apoi anuale de petrol şi lichid.

Kerimov, Iu. G. **Afluxul de lichid spre grupul de sonde înclinate dispuse circular într-un orizont stratiform elastic exploatate cu presiuni de fund constante**. În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 4, april. 1970, p. 31—33.

În articol se prezintă formula pentru determinarea debitului adimensional produs de o sondă înclinată din cadrul unui grup de sonde înclinate dispuse circular într-un orizont stratiform elastic şi exploatate cu presiune de fund constantă dată. Se prezintă, de asemenea, formula pentru stabilirea debitului adimensional al unei galerii în formă de trunchi de con drept cu raza R_1 în acoperiş şi R_2 în talpa orizontului şi formula debitului unei sonde multiple (cu mai multe tălpi) aflate într-un orizont stratiform elastic şi exploatate cu presiuni de fund constante în timp adimensional $\tau \geqslant 1$. Pentru un timp adimensional destul de mare formula rezultată se prezintă sub formă mai simplă.

Pentru a se determina efectul interferenţei sondelor înclinate cu formula obţinută, s-a calculat debitul adimensinal. Rezultatele obţinute se compară cu debitul adimensional al grupului de sonde verticale, dispuse circular producînd cu presiuni de fund constante.

Ivanova, M. M. **Privire generală asupra condiţiilor de exploatare a zăcămintelor de petrol sovietice**. În : Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 4, april. 1970, p. 63—72.

Se arată că 42% din zăcămintele de petrol cu rezerve exploatabile de peste 1 mil. t sînt exploatate prin inundare, procesul asigurînd în anul 1968 extragerea a 75% din producţia totală. Procesul de inundare se aplică de preferinţă în stadiile iniţiale (I şi II) de exploatare în cele mai multe cazuri cu asigurarea dezvoltării regimului de presiune a apei.

La 10% din zăcămintele exploatate, cele mai multe în regiunile petrolifere vechi (Azerbaigean, Emba, Krasnodar etc.). inundarea a început în stadiile tîrzii (III sau IV) de exploatare obţinîndu-se încetinirea declinului sau stabilizarea producţiei, iar în unele cazuri chiar o oarecare creştere a presiunii de strat şi o dezlocuire parţială de către apă a ţiţeiului gazeificat.

Aproximativ 34% din zăcăminte, reprezentînd 14,3% din rezervele exploatabile de petrol şi care au contribuit cu 17,6% la producţia anului 1968 se exploatează în regim natural (elastic de presiune a apei sau de presiune a apei).

Zăcămintele de petrol exploatate în regim de epuizare contribuie cu o pondere specifică redusă la producţia anuală de petrol sovietică, ele aflîndu-se în stadiul final de exploatare.

Amiragov, K. A., Nuriev, F. S. **Optimizarea transportului succesiv al produselor petroliere prin conducta magistrală**. În : Za tehniceskii progress, **10**, nr. 3, mart. 1970, p. 10—12.

Se examinează problema conducerii operative a pompării succesive prin conducta magistrală a produselor petroliere, formulîndu-se condiţiile principale ale problemei, care constau în determinarea : momentelor începerii şi terminării de către furnizori a pompării în conductă şi a primirii din conductă de către beneficiari a produselor petroliere ; mărimii tranşelor de produse petroliere pompate şi primite ; succesiunii pompării produselor petroliere în conductă, prin care să se asigure respectarea condiţiilor puse şi să se minimalizeze pierderile totale provocate de amestecarea produselor aflate în contact în timpul mişcării lor prin conductă.

Se propune algoritmul soluţionării problemei puse, care constă într-un proces dirijat de elaborare a graficului de tipul arborelui răsturnat. Se arată procesul de ramificare.

Procesul algoritmului se prezintă sub formă operativă. El se distinge prin simplitate şi volum redus de calcule, ceea ce este deosebit de important pentru problemele practice ale conducerii operative.

Bagarov, T. Iu. ş.a. **Legile de variaţie a cîmpului geometric a zăcămintelor de petrol**. În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 4, april. 1970, p. 14—16.

Constatarea caracterului de lege în repartiţia cîmpului termic natural şi determinarea parametrilor geometrici naturali capătă o importanţă deosebită, atît în prospectare şi explorare, cît şi în exploatarea zăcămintelor de petrol şi gaze. În legătură cu aceasta, în articol se prezintă metoda elaborată pentru determinarea valorii temperaturii naturale a subsolului în limitele unei structuri separate.

Se deduce temperatura T de strat căutată (prin integrare), care variază nu numai cu adîncimea, dar şi în întindere, adică variaţia temperaturii ce se produce nu numai după axa z, dar şi în coordonatele x şi y. Determinarea temperaturii în cîmp tridimensional prezintă o oarecare complexitate, fapt ce a impus ca evaluarea temperaturii în întindere să fie prezentată cu aproximaţie.

* * * **Recuperarea hidrocarburilor plutitoare prin producerea vortex** (turbilon). În : Petrole Informations, nr. 1150, 3, april. 1970.

Se produce un vortex (vîrtej) sau turbilon prin punerea în rotaţie a apei utilizînd o elice cu ax vertical sau alt procedeu analog. Produsele uşoare se strîng în centrul vîrtejului şi formează o pungă cu atît mai mare, cu cît densitatea fluidului plutitor cules se apropie de aceea a apei.

Elicea scufundată pune apa în rotaţie şi formează un cîmp de viteze helicoidal centripet : un manşon imersat sub suprafaţă stabilizează vortexul şi permite să se obţină o pungă de dimensiuni determinate. Din centrul vortexului fluidul strîns este recuperat prin simplu pompaj.

O elice avînd un metru diametru permite să se recupereze de pe o suprafață de 30 m², 7 500 litri de hidrocarburi reprezentînd un strat gros de 25 mm într-o oră și jumătate ; stratul s-a recuperat 99 %.

Produsul cules este lipsit de apă ; dacă este o emulsie directă conținutul în apă se reduce, dar dacă emulsia este inversă procedeul de recuperare nu schimbă natura produsului.

H a u k, V. **Folosirea țevilor de oțel pentru conducte de apă sărată.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift. **86,** nr. 3, mart. 1970.

Conductele din țevi de oțel îngropate sînt protejate la exterior contra coroziunii, iar cele folosite pentru apă sărată și țevile de extracție la sondele de exploatare a sării prin dizolvare se protejează și la interior.

Pe scară largă se folosește la protecția interioară un strat izolator din mortar de ciment, care are avantajul că, în timpul exploatării, micile fisuri ce se formează inevitabil la transport și montaj se autocicatrizează. În plus procedeul este foarte avantajos și pentru faptul că stratul din mortar de ciment rezistă bine la temperatura de sudare. Se recomandă grosimi de perete care la presiunile de probă sau de regim să nu ducă la alungiri periferice mai mari de 0,6‰

Un alt tip de protecție interioară a țevilor pentru ape sărate, în prezent foarte puțin cunoscut, constă din emailarea la interior cu un strat de 0,5 mm grosime și 7 kgf/mm² aderență, după un procedeu dezvoltat de firma A. O. Smith și experimentat în 17 schele de petrol din Texas și Oklahoma sub formă de țevi de conductă și de extracție. Pentru a nu deteriora protecția interioară firma A. O. Smith a propus îmbinări sudate și mufe executate din ,,inconel'', aplicate la ambele capete ale țevilor prin sudare înaintea izolării interioare. Măsura este eficientă, dar foarte scumpă. De aceea autorul prezentului articol propune îmbinări filetate, mufele fiind prevăzute la interior cu un placaj gros de poliamide sau polietilenă pe o lungime suficientă în dreptul capetelor țevilor și între acestea.

R i s c h m ü l l e r, H. și M e i s t e r, S. **Importanța crescîndă a folosirii calculatoarelor electronice rapide cu o capacitate înaltă de memorare la exploatarea zăcămintelor de țiței și gaze.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **86,** nr. 3, mart. 1970. p. 87—99.

La nivelul tehnicii de astăzi, activitatea de exploatarea țițeiului și gazelor naturale, în toate compartimentele ei, necesită un cadru larg de oameni de știință, geologi, ingineri, matematicieni, economiști etc. și nu poate fi concepută fără folosirea procedeelor și mașinilor electronice de prelucrare a datelor.

Zăcămintele de hidrocarburi nu sînt accesibile observațiilor directe și de aceea pentru informare este necesar un volum mare de date ce se obțin prin măsurări în timpul forajului și al exploatării. Aceasta implică o tehnică și aparatură modernă de măsurare, o sesizare cuprinzătoare a datelor și a raportărilor, precum și posibilități sigure și rapide de prelucrare a tuturor datelor. În acest scop calculatoarele electronice, din a treia generație, sînt astăzi mijloacele moderne de care industria de petrol nu se poate dispensa.

Într-o schemă se dă pentru un sector tehnica zăcămîntului, fluxul informațional și modul de prelucrare a datelor acestui domeniu. Prin exemple din tehnologia de foraj, de producție și de zăcămînt se prezintă aplicarea calculatoarelor electronice și economicitatea lor. Elaborînd un sistem integrat de programe pentru calculator se pot asigura lucrări de optimizare a exploatării zăcămintelor de țiței și gaze.

* * * **Un nou tip de instalație de pompaj cu cursă lungă.** În : Canadian Petroleum, **11,** nr. 1, ian. 1970, p. 11.

Societatea Oil Well pentru fabicarea utilajului petrolier din S.U.A., a proiectat o nouă instalație de pompaj cu cursă lungă. Noua unitate de pompaj este de forma unui turn metalic, pe picioare, înalt de 15,76 m. La geamblac este montat un motor de 75 sau 100 CP, care acționează o tobă cu cablu, prin intermediul unui reductor de viteză cu roți dințate.

Un rînd de cabluri, care vin de la tobă și cad în axul sondei este legat la tija calibrată a prăjinilor de pompaj, iar celălalt rînd este legat la o cutie cu greutăți pentru contrabalansare. Se revendică obținerea unui cost de extracție mai redus.

* * * **Modificarea procedeului ,,Parex'' elaborat în R. D. Germană.** În : Oil Gas Intern, **10,** nr. 4, april. 1970, p. 121.

Specialiștii grupului VEB Leuna-Werke au adus unele modificări procesului de extracție a hidrocarburilor parafinice după procedeul ,,Parex'', care reduc atît consumul de energie, cît și materialele auxiliare. Îmbunătățirea metodei de lucru și utilizarea unui agent eficient pentru efectuarea desorbției a mărit capacitatea de adsorbție a sitelor moleculare cu 50 — 100 %. Selectivitatea procesului este, de asemenea, mai bună, iar perioada de timp între operațiile succesive de regenerare s-a mărit considerabil. Procedeul ,,Parex'' modificat efectuează adsorbția *n*-parafinelor în două trepte introducînd în amestecul de prelucrare un gaz cu un conținut apreciabil de hidrogen la temperaturi între 300 și 400°C și presiuni de 5 — 10 at. Desorbția *n*-parafinelor are loc în aceleași condiții de temperatură și presiune, folosindu-se o combinație de agenți desorbanți. Procedeul utilizează fracțiuni petroliere cu puncte de fierbere între 180 și 320°C, obținînd produse de puritate 98 — 99 % în volum, cu un conținut de 0,3 — 1,0 % hidrocarburi aromatice. Acest conținut aromatic poate fi redus la 0,05 % în volum, printr-un tratament suplimentar.

* * * **Superpetrolier, cu fund dublu.** În : Pétrole Informations, nr. 1 150, 3 april. 1970, p. 20 — 21.

Intrat în servici în noiembrie 1969, superpetrolierul de 215063 tdw ,,Mobil — Pegasus'' a realizat prima sa călătorie comercială cu o încărcătură de 198 000 t de țiței, din Golful Persic în portul Le Havre.

Acest superpetrolier este primul dintr-o serie de patru, care au fost comandate de grupul ,,Mobil'', șantierelor navale Sasebo din Japonia și a căror livrare se eșalonează pînă la finele anului 1971.

Caracteristicile constructive ale acestui petrolier sînt : 326 m lungime, 48 m lățime, pescajul 19,3 m, volumul tancurilor de încărcare 261 100 m³, iar viteza maximă 17 noduri.

Ceea ce este caracteristic la această serie de petroliere, constituind o formulă aplicată pentru prima dată, este existența fundului dublu ; acesta constă dintr-un spațiu de 3 m, între fund, cisterne și coca, unde au fost amenajate, pe de o parte un tunel central în care sînt grupate ansamblul de conducte de legătură și ventile, iar pe de altă parte, cisterne de balastare.

Această grupare a tuturor structurilor de fund ale navei, în exteriorul cisternelor, a permis să se elimine dificultățile spațiilor înguste existente la cisternele petrolierelor clasice. De asemenea, de menționat faptul că fundul cisternelor constituie un plan înclinat către axa navei.

Soluțiile constructive adoptate la construcția navei asigură o serie de avantaje în exploatarea acesteia :

— reducerea timpului de pompare la descărcare (pompaj continuu în sarcină, iar operațiile de secare sînt practic inutile) ;

— simplificarea operațiilor de curățire, reziduurile fiind ușor evacuate ;

— o mai mare înlesnire de întreținere și o mai bună conservare a rețelei de pompare.

În ceea ce privește poluarea apei mării în caz de avarie a fundului navei, această nouă formulă, a fundului dublu, adaugă sistemelor foarte moderne, de antipoluare care echipează nava ,,Mobil — Pegasus'', o protecție suplimentară, în sensul că numai coca navei este aceea care se deteriorează nu și cisternele care conțin țiței.

SCURTE ȘTIRI

Perspectivele industriei petroliere în R. S. F. Iugoslavia

Prospecțiunile seismice efectuate pe platforma continentală a R. S. F. Iugoslavia au dus la concluzia existenței unor zăcăminte de petrol și gaze. Mai multe societăți străine intenționează să obțină permise de explorare în această zonă. Consumul propriu al țării este estimat la 5 mil. t/an, iar creșterea acestui consum în perioada 1970 — 1975 va fi de 20% pe an. Producția proprie de țiței în 1969, a atins 3 mil. t datorită noului zăcămînt de la Zagabria. Pentru majorarea producției s-au reluat explorările în Muntenegru (Bojana și lacurile Skodor și Kotor). S-a semnat un contract cu U.R.S.S. pentru livrarea anuală a 1,3 mil. t țiței și 600 000 t produse finite pentru o valoare de 42 mil. $. Capacitatea de prelucrare a rafinăriei Rijeka va fi mărită la 4 mil. t/an.

★

Investițiile grupului Shell-Esso în explorările din Marea Nordului.

În ultimii doi ani (1968 și 1969) grupul Shell Esso a cheltuit 13 mil. £ cu lucrările de explorare din Marea Nordului. Grupul a mai investit 10 mil. £ în forajele pe mare din Scoția, fără ca să fi descoperit zăcăminte comerciale.

★

Producția de gaze naturale a R. F. a Germaniei

În 1969, producția gazelor naturale a atins 8 187,3 mil. m³ (5 785,7 mil. m³ în 1960 + 41%) la care se adaugă 724,7 mil. m³ obținuți prin stabilizarea țițeiului.

★

Producția de gaze naturale a R. P. Ungară

În 1969 s-au produs 2,7 mrd. m³, iar pentru 1970 se prevăd 3 mrd. m³ (+13%). În 1980 va atinge 5,5 mrd m³. Rezervele actuale acoperă consumul următorilor 25 de ani. La aceasta se adaugă 2,5 mrd m³/an gaze livrate de U.R.S.S. începînd din anul 1975.

★

Dezvoltarea producției de țiței în Israel

Zăcămîntul terestru de la Belayim și cele marine de la Abou Rudus și Sidri au fost legate la conducta magistrală de țiței Eilath — Ashkelon. Producția lor este astăzi limitată la 4 mil. t/an și va putea fi mărită cu 20%.

★

Producția de gaze naturale iugoslave, rezultate și perspective

Pînă în anul 1953 gazele naturale erau folosite numai în vecinătatea locurilor de producție. Din 1953 pînă în 1968, producția de gaze a crescut de la 2,5 mil. m³ la 584 mil. m³, urmînd să ajungă la 2,1 mrd m³ în 1980.

Ținînd seama de gazele care vor fi importate, în 1980 vor fi acoperite 10 — 15% din necesitățile energetice ale țării. Se dă tabela prevederilor de producție pentru perioada 1960 — 1985:

Producția de gaze naturale iugoslave rezultate și perspective

Anul	Producția 10^3 Nm³/an	% din energia primară
1960	53	0,5
1965	330	2,1
1966	402	2,6
1967	462	3,0
1968	584	3,5
1970	1 000	—
1975	1 800	—
1980	2 500	—
1985	3 500	—

★

Instalație pentru desalinarea țițeiului în Siria

Pentru tratarea țițeiului extras din zăcămintele de la Suwuidiyah, Karachuk și Rumailan, în localitatea Tad Adas, situată în apropierea stației principale de pompare pe conducta care merge la Tartus, a început construcția primei unități de desalinare a acestui țiței. Lucrarea se execută cu asistență sovietică și va intra în funcțiune în primul trimestru al anului 1971. În același timp se studiază o instalație pentru separarea hidrogenului sulfurat din țiței.

★

Conducta Trans-Alaska pentru transportul țițeiului din Alaska de Nord

Cele trei mari societăți petroliere care activează în Alaska de nord: British Petroleum (37,5%), Atlantic Richfield (37,5%) și Humble Oil (35%) au întocmit un proiect comun pentru construcția unei conducte destinată transportului țițeiului din regiunea North Slope din Alaska de nord spre golful Alaska, situat spre sud. Costul conductei, denumită Trans-Alaska, este estimat la aproximativ 900 mil. $. Lungimea conductei va fi de 12 800 km, iar diametrul de 48 in, cu o capacitate inițială de 79 500 m³/zi, care va fi majorată în 1975. Studiul construcției a început în primăvara anului 1969, iar terminarea conductei este prevăzută pentru anul 1972. Țițeiul este destinat aprovizionării zonei de vest a S.U.A. Concomitent cu soluția transportului pe conductă, cele trei societăți participă la realizarea transportului pe apă cu petroliere escortate de spărgătoare de gheață. Petrolierul american Manhatan de 115 000 t/dw a fost consolidat în acest scop și, în luna iunie, a făcut primul său transport pe un traseu de 4 500 mile marine (8 100 km), printre ghețurile arctice. Activitatea societății B.P. se desfășoară pe structura de la Prudhoe Bay, cu rezerve estimate între 800 mil. și 1,6 mrd. m³ țiței, B. P. deținînd 50% din această structură.

★

Construcții de conducte în R. P. Polonă

R .P. Polonă a planificat construirea unei conducte de gaze care va lega noul zăcămînt Ostrov Wielkopolski cu rețeaua principală de distribuție. S-a proiectat, de asemenea, construirea sectorului polonez al conductei de țiței, de 20 in, care va lega orașul Bakar din R. S. F. Iugoslavia cu marele complex petrochimic care se va construi în R. P. Polonă, la Blachownia (Silezia de sus). R. P. Ungară și R. S. Cehoslovacia vor construi sectoarele de conducte care traversează teritoriile respective pînă la graniță cu termen 1974. În R. P. Polonă sînt în curs de execuție următoarele lucrări:

Conductă de gaze, 170 km, între Tarnow și Grzybow, termen 1970; conducta de gaze între Opole și Wroclaw și cea dintre Szopienice și Zabkowice, cu termen 1970; conductă de țiței, 20 in, 700 km, din conducta „Prietenici", care leagă, Brest (U.R.S.S.) cu R. D. Germană cu termen 1973.

★

R. F. a Germaniei va livra conducte de oțel în U.R.S.S.

Începînd cu luna mai 1970, firma Mannesmann-Roehrenwerke va livra în U.R.S.S. 1,2 mil. țevi de oțel cu diametrul mare, pentru construirea conductei de gaze care va lega Siberia de vest cu Bavaria.

În schimb, U.R.S.S. va livra către R. F. a Germaniei gaze naturale, începînd cu anul 1972.

Un contract similar a fost încheiat cu Italia, care va livra în U.R.S.S. 1 mil. t țevi pentru conductă, în baza contractului pentru furnizare de gaze, încheiat cu ENI.

★

Intrarea în funcțiune a unei noi rafinării în R. P. Bulgară

Noua rafinărie de la Jasen, de lîngă Pleven, a fost pusă în funcțiune cu o capacitate medie de 1 mil. t/an. Ea prelucrează țițeiul din U.R.S.S. primit pe mare în portul Șabla și de acolo, cu cisterne pe calea ferată. Conducta de țiței Șabla-Jasen va fi terminată în 1975.

★

Dimensiunile viitoarelor tancuri petroliere

Un studiu apărut în „World Tanker Review" din 1969, arată că proprietarii de tancuri petroliere preferă următoarele dimensiuni pentru noile construcții:
200 000 — 300 000 t pentru tancurile care transportă țiței și 20 000 — 30 000 t pentru cele care transportă produse petroliere.

Alte studii efectuate în Japonia consideră că, atît din punct de vedere economic, cît și din punctul de vedere al securității, dimensiunea maximă a unui tanc petrolier este de 370 000 t. Peste acest

tonaj, costul de construcție/tonă începe să crească. În prezent, ținînd seamă de numărul comenzilor, situația șantierelor navale mondiale este foarte bună, însă creșterea prețului oțelului în Marea Britanie și lipsa mîinii de lucru în Japonia, vor creea probabil anumite dificultăți. Tendința de construire a tancurilor de mare tonaj va continua, însă aceasta implică transformarea porturilor terminale, pentru ca noile tancuri să poată fi utilizate.

★

Mărirea importantă a capacității de prelucrare a țițeiului în Grecia

Capacitatea de prelucrare a rafinăriilor din Grecia va fi mărită cu 14 mil. t/an. La Megara, 40 km vest de Atena, se va construi o nouă rafinărie cu o capacitate de 7,5 mil. t/an, care va intra în funcțiune în 1973. Rafinăria va fi mărită mai tîrziu la 10 mil. t/an, costul ei urcîndu-se la 150 mil. $. În același timp, rafinăria de la Aspropyrgos își va mări capacitatea de la 1,8 mil. t la 4,5 mil. t/an și mai tîrziu la 6 mil. t/an. La ambele rafinării vor fi construite cîte o unitate pentru lubrifianți de 100 000 t/an.

★

Extinderea rafinăriei „Lavera"

Societatea franceză de petrol British Petroleum (BP) va investi 96 mil. $ pentru dublarea capacității de prelucrare a rafinăriei „Lavera", de lîngă Marsilia. Proiectul prevede un complex de hidrocracare și o centrală de forță, care vor fi terminate la finele anului 1971. În 1972 va intra în funcțiune o nouă instalație pentru distilarea atmosferică a țițeiului, cu o capacitate de 28 000 t/zi, care va fi cea mai mare din Franța. La aceasta se va adăuga și o unitate pentru fabricarea gazelor lichefiate. Complexul de hidrocracare va fi cel mai mare din Europa și va incude : o instalație de distilare în vid, o instalație de hidrocracare tip BP, o unitate pentru producerea hidrogenului, precum și o unitate de desulfurare și una de tratare a gazelor. Aceste noi instalații, împreună cu modificările pentru modernizarea instalațiilor existente, vor mări capacitatea rafinăriei de la 4,9 la 11 mil. t/an.

★

În Libia se construește a doua rafinărie

Grupul Shell va construi la Tripoli o rafinărie de 25 000 b/zi, împreună cu societatea „Lipetco" a statului libian. Instalația va putea fi mărită la capacitatea de 3 975 m^3/zi, căreia i se va adăuga și o fabrică de uleiuri lubrifiante de 95,4 m^3/zi. Shell va fi operatorul rafinăriei timp de 10 ani, pentru o sumă convenită anual, iar Lipetco va plăti în acest timp costul investiției generale. Semnarea acestui acord va pune capăt negocierilor cu grupul Ashland — Agip și cu R. F. a Germaniei pentru construirea acestei rafinării. Lipetco tratează încă cu Ashland construirea unei fabrici de negru de fum lîngă Benghazi.

★

Costul benzinei auto în țările din Europa de vest

Cel mai redus cost al benzinei este în R. F. a Germaniei, și anume : luînd ca bază = 100 % costul benzinei în luna aprilie 1969, rezultă pentru Olanda și Luxemburg 107 %, Belgia 113 %, Italia 139 % și Franța 142 %.

★

Urcarea prețului benzinei auto în S.U.A.

Ca urmare a măsurilor impuse pentru fabricarea benzinei fără aditivi de plumb, societățile petroliere din S.U.A. vor cere majorarea prețului benzinei auto cu 3 cenți/galon (0,76/litru). Majorarea este justificată de faptul că industria petrolieră americană va fi obligată să investească 4 mrd. $ în noile instalații de fabricare și distribuire. Obligația de a aproviziona autovehiculele cu noul tip de benzină intră în vigoare în toamna anului 1970.

★

Nou eșapament contra gazelor nocive

Într-o recentă consfătuire dedicată metodelor de a micșora sau anula infectarea atmosferei cu gazele de evacuare ale autovehiculelor, societatea „ESSO" a prezentat un nou sistem de eșapament „sincrotermic" capabil să elimine 92 % din hidrocarburile nearse și din oxizii de azot conținuți în aceste gaze. Acest dispozitiv prezintă o considerabilă îmbunătățire atît față de metodele catalitice studiate de ESSO, cît și față de alt tip de eșapament construit de Chrysler, care nu elimină mai mult de 80 % din gazele nocive.

★

Importul de petrol în Iugoslavia

În Iugoslavia, utilizarea petrolului a crescut mult în ultimii ani, contribuind la modernizarea economiei naționale ; se prevede că importul de petrol în Iugoslavia va crește rapid în anii următori. Se constată că în ultimul deceniu, consumul de produse petroliere a crescut de cinci ori (nivelul atins în 1970 de 7 mil. t este relativ scăzut față de o țară europeană cu 20 mil. locuitori). De asemenea, consumul de gaze naturale a atins anul acesta cifra de 1 miliard m^3, astfel că pe ansamblu consumul de hidrocarburi pentru nevoile energetice ale țării a crescut de la 15 % în 1960 la 40 % în 1970. Se prevede că în 1975 consumul de petrol va atinge 13 mil. t, iar cel de gaze naturale 1,8 miliarde m^3.

O caracteristică a consumului de petrol în Iugoslavia este cantitatea mare de produse grele — păcură — motorină — consumate (70 % pe perioada 1967—1970). Păcura înlocuiește din ce în ce mai mult cărbunele, în instalațiile industriale. De asemenea, cea mai mare parte a gazelor naturale este folosită în industrie.

Industria petrolieră iugoslavă s-a dezvoltat în ultimii ani în urma construirii de noi instalații de rafinare și descoperirii de noi resurse de țiței. Capacitatea celor șase rafinării iugoslave va atinge în curînd 12 mil. t/an și pînă în 1972 va crește încă cu 2 mil. t/an. Se prevede și construirea unor noi rafinării de dimensiuni modeste, la Skopje, Bar, Koper și Split.

Cu excepția rafinăriei de la Rijeka, rafinăriile existente sînt toate în interiorul țării. În prezent se lucrează la un acord între Iugoslavia, Cehoslovacia și Ungaria, pentru construirea unei mari conducte care urmează să lege portul Bakar, la marea Adriatică, cu rafinăriile situate în interiorul celor trei țări participante. Conducta de petrol existentă de 50 mile lungime, care leagă portul dunărean iugoslav Vukovar cu rafinăria de la Borsanski Brod, va fi încorporată în noua rețea de conducte.

În urma explorărilor efectuate, s-au descoperit rezerve de bună calitate atît de petrol cu conținut mic de sulf, cît și de gaze naturale.

Din importul de țiței de anul trecut, 3,2 mil. t — U. R. S. S. a furnizat circa 1,2 mil. t (și încă 300 000 t păcură și motorină). Un contract încheiat recent cu Societatea Soiuzneftexport, în valoare de 42 mil. dolari, prevede livrări de 1,4 t de petrol brut, 400 000 t păcură și 150 000 t motorină.

Transportul acestor produse se face pe Dunăre.

Iugoslavia mai importă petrol din Irak, Iran, Venezuela și Libia și produse rafinate din România, Polonia, Spania și Anglia.

★

Producția de gaze din RFG în mare ascensiune

În 1969 producția de gaze în R.F.G. a înregistrat 8 912 mil. Nm^3, din care 8 187,3 mil. Nm^3 gaze naturale și 724,7 mil. Nm^3 gaze asociate cu țiței. Față de 5 785,7 mil. Nm^3 producția de gaze naturale din 1968, realizarea unei producții de 8 187,3 mil. Nm^3 reprezintă un ritm de creștere de 41,5 % neobținut de nici o altă ramură industrială în 1969. Exploatările dintre Weser și Ems sînt fruntașe cu o producție de 4 335,9 mil. Nm^3 gaze naturale, în ordine urmînd estuarul fluviului Ems cu 2 049,6 mil. Nm^3, Emsland-ul cu 882,6 mil. Nm^3 și Vorlandul alpin cu 823,3 mil. Nm^3.

Din producția totală de 8 187,3mil. Nm^3 gaze naturale 7 612,8 mil. Nm^3 revin următoarelor patru firme mari : Gewerkschaft Brigitta (3 213,9 mil. Nm^3), Mobil Oil A. G (2 033,7 mil. Nm^3), Wintershall A. G. (1.189,3 mil. Nm^3) și Gewerkschaft Elwerath (1175,9 mil. Nm^3).

★

Depozite subterane pentru stocări de gaze, țiței și produse în R.F.G.

Se studiază posibilitățile viitoare a formării de depozite subterane în masive de sare sau în alte formațiuni geologice pentru stocarea de gaze, țiței sau produse petroliere.

În Saxonia inferioară s-au terminat în 1969 trei instalații de stocare subterane pentru țiței și produse petroliere, avînd o capacitate de 3 mil. t. Pînă la începutul anului 1970 s-au terminat 12 caverne cu o capacitate de 1 mil. m^3. Un al pa-

trulea depozit subteran, pentru stocarea de gaze naturale, se găseşte în construcţie şi alte patru sînt proiectate în cadrul unor lucrări de planificare de lungă durată.

★

Societatea NAM (cu cîte 50 % participaţie de capital a firmelor Esso şi Shell) va executa în acest an 11 sonde de explorare pe uscat şi 6 sonde de explorare pe mare. În 1969 activitatea de explorare a acestei societăţi a fost de opt sonde pe uscat şi patru în Marea Nordului.

În cursul anului 1969 NAM a exportat circa 7,5 miliarde Nm^3 de gaze, 2,7 miliarde în R.F.G., 2,8 miliarde în Belgia, 2,1 miliarde în Franţa, cifră ce se va ridica în acest an la circa 10 miliarde. Din 22 de sonde forate în anul trecut în lungul coastei olandeze numai 4 sonde au fost productive.

Lucrările de construcţie a conductei de ţiţei Adria — Viena sînt într-un stadiu foarte avansat şi se consideră că vor fi complet terminate pentru darea în funcţiune în sem. II/1970. La Wurmlach, punctul principal de telecomandă de unde se va regla întreaga activitate a conductei, lucrările sînt în plină desfăşurare pentru construirea parcului de rezervoare de recepţie, 4 rezervoare de cîte 50 000 m^3 fiecare, a staţiei de pompare, aparaturii de telecomandă etc. După terminarea tuturor lucrărilor va urma faza finală cuprinzînd operaţiile de recepţie şi de punere în funcţiune, care sînt considerate deosebit de dificile.

Se anunţă că grupul Hamilton Brothers Oil Co. împreună cu coasociaţii săi au descoperit în Marea Nordului, la 80 mile distanţă de Yorkshire, un zăcămînt bogat de gaze, care la primele probe de producţie a înregistrat un debit de 35 mil. Nm^3 pe zi. Prin foraje de extindere programate urmează să se obţină informaţii detaliate asupra importanţei reale a acestui nou zăcămînt. Este proiectată legarea cu coasta a acestui cîmp de gaze printr-o conductă pînă la Easington, unde British Petroleum dispune de o instalaţie de tratare a gazelor.

În Irlanda urmează să înceapă în primăvara anului 1970 prima sondă pe mare. Prin Marathon Petroleum Ireland Ltd., o filială a firmei Marathon Oil Co., s-au făcut în anul trecut lucrări de prospecţiuni geofizice pe coasta de sud în baza unei convenţii de explorare a platformei continentale irlandeze.

Grupul ENI prin SNAM, una din societăţile aparţinînd grupului, a început proiectarea unei noi instalaţii de gazeificare a gazelor lichide importate. Prima instalaţie de acest gen a fost construită de ENI la Panigaglia pentru gazele lichefiate importate din Libia. Grupul ENI, care are contracte de import pentru gaze lichefiate la un nivel anual de 3 miliarde Nm^3 din Libia şi 6 miliarde Nm^3 din URSS, caută extinderea surselor de aprovizionare cu gaze lichefiate din import pentru satisfacerea pieţii interne, ducînd în prezent tratative cu societatea Sonatrach — Algeria. Consumul de gaze naturale pe piaţa internă din Italia s-a ridicat în 1969 la 11,8 miliarde Nm^3 marcînd o creştere de 11,8 % faţă de anul precedent.

În **U.R.S.S.**, producţia de gaze naturale a crescut cu 7 % în 1969, ajungînd la 183 000 mil. m^3. Pentru 1970 se prevede o producţie de 198 000 mil. m^3, deci cu 8 % mai mult decît în 1969. În Tiumenul de nord s-au descoperit importante zăcăminte petroliere sub zăcăminte de gaze.

Doi geofizicieni sovietici propun folosirea unui nou dispozitiv pentru sfărîmarea straturilor care conţin petrol, în vederea extragerii acestuia, în locul metodelor hidraulice folosite în prezent. Dispozitivul, coborît cu un cablu solid, conţine o încărcătură de pulbere, şi gazele care iau naştere prin aprinderea încărcăturii creează o puternică presiune în sondă şi sfărîmă stratele.

Algeria anunţă descoperirea a noi rezerve de petrol în apropierea zăcămintelor existente. Astfel, la Rhourde Nouss, un strat descoperit la 2 500 m adîncime, iar la Tin Fouyé Tabankort, s-a confirmat existenţa unor noi rezerve, estimate la 50 mil. t. De asemenea, în luna februarie s-a anunţat descoperirea unui nou zăcămînt de petrol la Tamendjelt.

În **Iran** s-au descoperit două noi zăcăminte de petrol cu un conţinut scăzut de sulf, precum şi un important zăcămînt de gaze pe insula Queshm lîngă Bandar Abbas.

În **Canada** ritmul de explorare în zona arctică creşte. Societatea Imperial a anunţat că puţul de la Atkinson Point, în delta fluviului Mackensie a dat petrol de densitate medie din nisipurile cretacice; societatea Gulf va fora primul dintre cele trei puţuri prevăzute la 18 mile nord de Inuvik. În insule, puţul de la Drake Point în afara anticlinalului, a dat gaze naturale şi petrol.

În **Statele Unite**, forajul de explorare a crescut cu 5 % în 1969, după raportul anual al API, dar a rămas totuşi cu 29 % sub cel din 1959. Din cele 9 375 puţuri forate, 7 700 nu au dat nimic. Forajul total a crescut cu 2,8 %, de la 30 599 puţuri forate, în 1968, la 31 450 puţuri forate în 1969.

În **Venezuela**, rezervele de petrol la sfîrşitul anului trecut au fost estimate oficial la 2 100 mil. t (faţă de 2 300 mil. t în 1968 şi 2 400 mil. t în 1969).

Grupurile Gas Council-Amoco şi ShellEsso vor construi şi exploata împreună trei conducte de petrol submarine cu un diametru de 30 ″. Una dintre ele, de 63 mile lungime, va fi pozată în 1970 — 1971 şi va lega zăcămîntul de la Indefatigable cu staţia terminală din portul Bacton; alta, de 30 mile lungime, va fi pozată în 1973 şi va lega zăcămîntul de la Leman tot cu portul Bacton; a treia, de 5 mile lungime, va lega cele două conducte existente Leman-Bacton la noile conducte în construcţie. Costul total al celor trei conducte de petrol va depăşi 30 mil. lire sterline.

În **Israel**, conducta de ţiţei de 160 mile lungime şi 42″ diametru, care face legătura între Eilot şi Ashkelon, pe coasta Mediteranei, a intrat în funcţiune. Capacitatea iniţială este de 19 mil. t/an; eventual va putea ajunge la 60 mil. t/an.

În **Iran** se dragează în portul Kharg pentru a face accesibile două cheiuri pentru acostarea tancurilor de petrol de 250 000 t/dw; de asemenea, se va construi un chei suplimentar, de tip insulă, pentru acostarea tancurilor de 500 000 t/dw.

În **Canada**, trei firme importante de transport de gaze s-au alăturat la firma Mackensie Calley Pipe Line Research pentru construirea unei conducte de petrol de 48″ între Prudhoe şi Edmonton. Se prevede că această conductă va costa 1,2 miliarde dolari.

În **Republica Federală a Germaniei** se prevede pentru 1970 rafinarea a 105 793 000 t ţiţei, deci cu 9 % mai mult decît în 1969. De asemenea, se prevede că 51,5 % din această cantitate va proveni din Libia şi alte ţări africane (faţă de 53,1 % în anul trecut), 35,4 % din Orientul Mijlociu (faţă de 31,6 % în 1969), 7 % din resurse proprii (faţă de 7,9 %, în anul trecut), 2,9 % din U.R.S.S. (faţă de 4,2 % în 1969) şi 3,2 din Venezuela.

Societatea Lion Refining a achiziţionat un teren de 120 hectare la Gemersheim, în valea superioară a Rhinului, pentru a construi o rafinărie cu o capacitate de 5 mil. t/an, prevăzută cu instalaţii petrochimice.

De asemenea, se proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 4 mil. t/an, cu instalaţii petrochimice la Stade, lîngă Hamburg.

În **Olanda** s-a terminat extensiunea rafinăriei societăţii Chevron, la Pernis — Rotterdam. În prezent, această rafinărie are o capacitate de 12,5 mil.t/an, faţă de 5 mil. t/an cît avea înainte.

În **Italia**, societatea **Clasa** a prezentat aprobării guvernului planurile pentru construcţia unei rafinării la Civitavecchia, cu o capacitate de 1,5 mil. t/an. Pe de altă parte, Societatea Fina a anunţat închiderea rafinăriei sale de la Bolzaneto (lîngă Genua), care are o capacitate anuală de producţie de 730 000 t.

În **Maroc**, capacitatea rafinăriei de la Mohamedia, de 1,25 mil. t/an, va fi mărită cu 1,1 mil. t/an.

În Israel s-a obținut autorizația definitivă pentru construirea unei rafinării de 2,7 — 3 mil. t/an la Ashdod, la 10 mile nord de Ashkelon. Această rafinărie va costa circa 37,5 mil. dolari, din care 40% va fi capital străin și va fi terminată în 1973. Producția rafinăriei de la Haifa a fost de 5,5 mil. t în 1969, din care o treime a fost exportată.

DIN ȚĂRILE PRODUCĂTOARE DE PETROL

Albania

Producția de țiței pe anul 1969 s-a ridicat la 1 470 000 t.

Angola

Zăcămîntul marin Cabinda produce în prezent în ritmul de 5 000 000 t/an și este prevăzut ca în decembrie 1970 să se ajungă la 7 500 000 t/an.

Australia

În 1969 producția de gaz a atins 25 300 000 m^3 și cea de țiței 2,25 mil. t.

Irak

În februarie 1970 s-a produs 6 108 000 t de țiței.

Firma poloneză Centrozap a început lucrările pentru punerea în exploatare a zăcămîntului de sulf de la Mishraq — în apropiere de Mosul. În prima fază, în 1971 zăcămîntul va produce 250 000 t/an, iar în toamna anului 1972 producția se va ridica la 1 000 000 t/an.

Indonezia

O sondă situată la nord-vestul Sumatre la 32 km de țărm a intrat în producție cu 200 000 m^3/zi de gaze.

Libia

În concesiunea nr. 12 s-a pus în producție o sondă de explorare cu 270 t/zi țiței.

Olanda

În anul 1969 s-a produs 2 022 000 t țiței.

R. F. a Germaniei

În februarie 1970 producția de țiței a fost de 581 153 t față de 643 719 t în aceeași lună a anului 1969.

U.R.S.S.

În ianuarie 1970 s-a produs 29 mil. t țiței (+ 10% față de ianuarie 1969) și 17,4 miliarde m^3 gaze naturale (+ 8%). Se va începe un al doilea foraj în peninsula Kamciatka în apropiere de marea de Okoțk, pe malul occidental. Adîncimea prevăzută, 2 400 m. Lucrările se efectuează în urma detectării de numeroase indicii de hidrocarburi.

Venezuela

La sfîrșitul anului 1969 rezervele sigure de țiței erau evaluate la 2 miliarde t, ceea ce reprezintă 11,3 ani de producție. La finele anului 1968 a fost de 2,25 miliarde și acum cinci ani 2,45 miliarde.

RECENZII

M. MAREȘ: **PREVENIREA ȘI COMBATEREA ACCIDENTELOR TEHNICE LA SONDELE ÎN PRODUCȚIE**. Ed. tehnică, București, 1970, 238 p.

Lucrarea analizează cauzele principale ale accidentelor care se pot ivi în activitatea productivă a sondelor prezentînd instalațiile, utilajele, sculele și dispozitivele care se folosesc în mod curent pentru prevenirea și lichidarea acestor accidente tehnice. De asemenea, autorul prezintă și unele dificultăți care pot apare atît în faza de punere în producție, cît și în procesul de exploatare a sondelor de țiței și gaze recomandînd măsurile ce trebuie luate pentru înlăturarea lor.

Cartea este alcătuită din patru capitole mari care în cele 238 de pagini tratează problemele legate de această temă, și anume:

Capitolul I. Dificultăți de lucru în procesul de pregătire a sondelor pentru exploatare, prezintă în 20 de pagini următoarele probleme:

— dificultăți de lucru produse în timpul frezării dopului de ciment din coloana de exploatare, cum ar fi:

— ruperea, smulgerea sau scăparea în sondă a garniturii de prăjini de foraj sau a țevilor de extracție cu care se frezează dopul de ciment;

— rămînerea sau scăparea la puț a sapei cu lame tip lance;

— scăpări în gaura de sondă;

— dificultăți de lucru care pot servi în timpul provocării fluxului de fluide din strat în sondă, indicîndu-se cauzele și măsurile ce trebuie luate pentru prevenirea și lichidarea lor.

Capitolul II. Dificultăți de lucru în procesul de exploatare a sondelor produse, datorită echipamentului de fund — tratează probleme privind cauzele care pot duce la turtirea sau spargerea coloanelor de tubaj, repararea lor, adîncimea sondelor, resăparea, parafinarea și metodele moderne folosite pentru deparafinarea sondelor.

Capitolul III. Dificultăți de lucru în procesul de exploatare a sondelor, datorită stratului productiv — descrie cauzele reducerii productivității sondelor — înnisipare, parafinare și măsurile necesare pentru creșterea productivității stratului, curățirea găurii de sondă, tratarea, acidizarea, fisurarea hidraulică, torpilarea, perforarea și reperforarea coloanelor de exploatare a sondelor.

Capitolul IV. Instalații, unelte, scule și dispozitive folosite pentru prevenirea și lichidarea dificultăților de lucru la sondele în resăpare sau în exploatare — prezintă măsurile și instalațiile de suprafață folosite pentru prevenirea dificultăților de lucru atît la sondele de resăpare, cît și la cele în exploatare, uneltele, sculele, și dispozitivele necesare pentru lichidarea accidentelor tehnice la aceste sonde.

Meritul deosebit al acestei lucrări constă în aceea că ea prezintă majoritatea sculelor și dispozitivele folosite în industria petrolieră de la cele mai vechi pînă la cele mai moderne, descriindu-se atît cazurile în care poate fi folosit fiecare tip în parte, cît și modul lui de lucru. De asemenea, în carte, sînt prezentate și măsurile de prevenire și combatere a accidentelor tehnice la sondele în producție. Autorul a folosit practica bogată a României, cît și experiența mondială în acest domeniu, consultînd totodată cataloagele și prospectele unor firme cu tradiție mare în confecționarea de astfel de unelte și dispozitive de lucru. Fiecare instalație, utilaj, sculă și dispozitiv descris, este însoțit de desenul de ansamblu, dimensiunile, performanțele realizate.

Lucrarea se adresează, în special, maiștrilor și inginerilor din schelele de extracție a țițeiului și gazelor, care sînt chemați să rezolve operativ astfel de probleme. Ea poate fi folosită, cu rezultate bune, de către inginerii stagiari care își fac ucenicia în practica sondării.

Cartea inginerului Mareș Mihai este necesar să fie la îndemîna oricărui practician din industria de petrol și gaze. De asemenea, ea poate fi utilizată și în cadrul institutelor de proiectări de specialitate și în uzinele constructoare de astfel de dispozitive și scule de instrumentații la sonde.

Editura tehnică prin publicarea acestei lucrări a realizat un ghid foarte necesar lucrătorilor din industria de petrol și gaze de toate categoriile — de la muncitor pînă la inginer.

P. COTEȚ: **GEOMORFOLOGIE CU ELEMENTE DE GEOLOGIE**: Ed. didactică și pedagogică, București, 1969, 374 p.

Lucrarea lui P. Coteț reprezintă o sinteză a cursului de geomorfologie și este destinată inginerilor petroliști, geofizicienilor și tuturor tehnicienilor care au preocupări legate de evoluția formațiuniior.

Lucrarea depășește însă cerințele unui curs prin adîncirea unor probleme și amploarea materialului documentar prezentat, ea putînd fi considerată ca un tratat de specialitate la nivelul tehnicii moderne.

Multitudinea problemelor tratate fac ca această carte să reprezinte un ajutor util pentru înțelegerea fenomenelor geomorfologice și pentru o justă interpretare a cercetărilor de teren.

Lucrarea este împărțită în patru părți cuprinzînd XVI capitole și numeroase figuri care ilustrează textul.

În prima parte, care cuprinde patru capitole, sînt prezentate în introducere unele probleme în legătură cu geomorfologia ca știință, pămîntul ca planetă și compoziția litosferei.

Partea a doua cuprinde probleme legate de geneza reliefului terestru, morfodinamica internă, noțiuni de geomorfologie planetară și de geomorfologie structurală.

În partea a treia autorul tratează unele probleme în legătură cu morfodinamica externă cu următoarele capitole: procesele complementare, sistemul de modelare a regiunilor umede, raportul dintre relief și rocă etc.

Ultima parte a patra se referă la vîrsta, clasificarea și importanța reliefului generat de agenți externi pe sisteme de modelare, începînd cu procesele complementare, alterarea și gravitația.

În ordinea importanței pentru relieful țării noastre sînt prezentate mai întîi, sistemele de modelare a zonelor umede, acțiunea rețelei hidrografice și raportul ei cu tectonica și roca (structura geologică) apoi sistemul de modelare a regiunilor reci și ultimul sistem de modelare cel litoral.

În concluzie sînt prezentate domeniile de ordin aplicativ al geomorfologiei.

Lucrarea cuprinde un vast material grafic și o expunere foarte științifică și clară.

Întreg materialul expus în lucrare este de un interes deosebit și actual îmbrățișînd atît problemele de ordin științific, cît și cele de ordin practic.

Lucrarea respectivă poate fi folosită ca un îndrumător pentru lucrările de geologie și pentru valorificarea unor substanțe minerale.

Prin problemele tratate la un nivel superior ea vine să completeze un gol important în literatura tehnică de specialitate.

Autorul a căutat și a reușit să realizeze o carte care să fie tot atît de utilă geologului, cît și inginerului petrolist și minier, în ea fiind cuprinse ideile cele mai moderne prezentate atît teoretic, cît și practic.

A III-a CONFERINȚĂ NAȚIONALĂ DE CHIMIE ANALITICĂ

Brașov, 22—26 septembrie 1971

Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor (C.N.I.T.) organizează între 22 și 26 septembrie 1971 la Brașov, a III-a Conferință Națională de Chimie Analitică, cu următoarele secții:

a. Metode electrometrice
b. Metode optice
c. Metode de separare

Informații suplimentare:

Comitetul de organizare a Conferinței Naționale de Chimie Analitică — dr. **Const. Luca** — secretar, C.N.I.T.
Calea Victoriei 118, București — ROMÂNIA

Revista PETROL ȘI GAZE, organ al Ministerului Petrolului și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sector I, telefon 14. 72. 10/130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, telefon 14.72.10/184 Bd. Nicolae Bălcescu, nr. 16. cont 640 301-14, Banca Națională a Republicii Socialiste România, Filiala Sector I, București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8.
Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. nr. 10/50/1968
Tiparul: Intreprinderea poligrafică „Informația", București—c. 6106

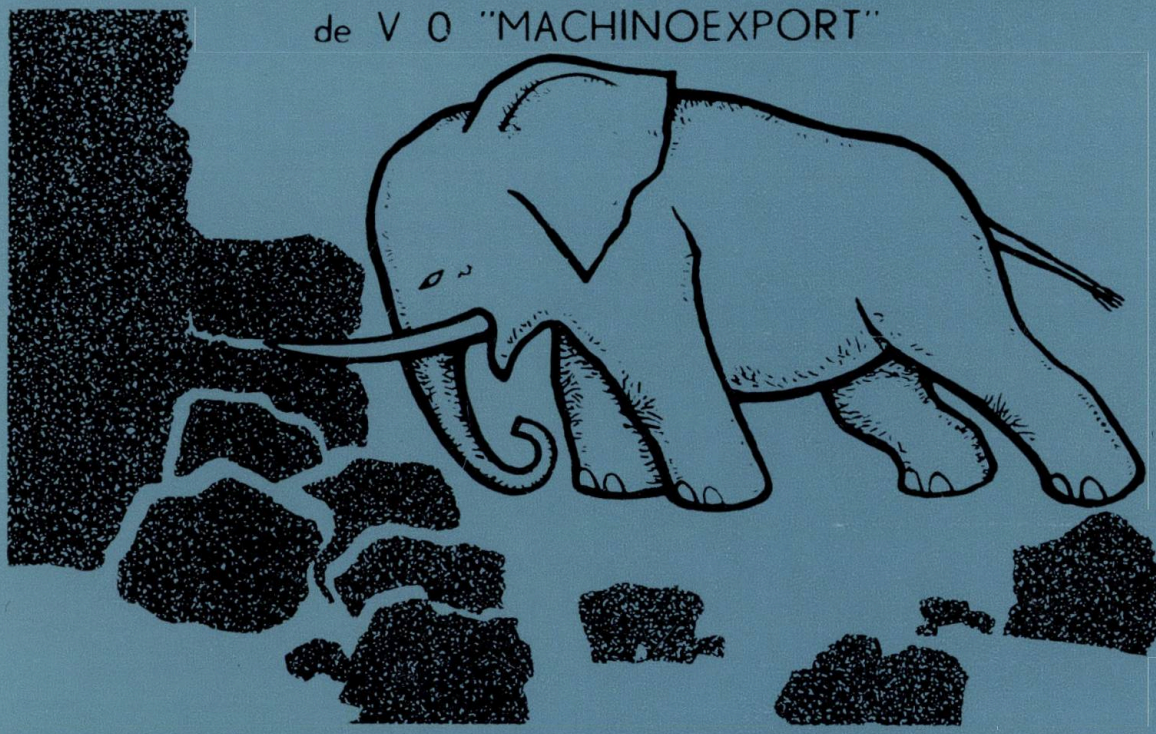
Lei 8

I. P. I. — c. 5510

14 330

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

Aerul comprimat va pregăti puşcarea cu exploziv
în minele D-voastră,
datorită SONDEZEI ROTOPERCUTANTE BU—70 U livrată
de V O "MACHINOEXPORT"



Cei doi montanţi telescopici asigură o bună fixare a utilajului în galerie.

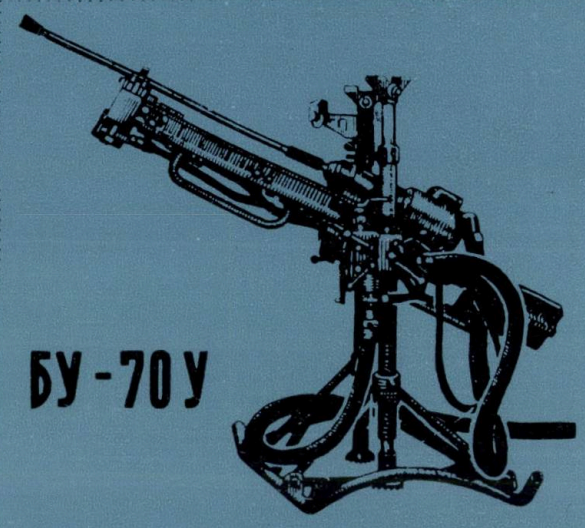
Capătul său puternic permite să se foreze foarte rapid şi sub orice unghi găurile de puşcare în roci şi minereuri cu duritate ridicată.

Viteza de pătrundere variază, în funcţie de duritatea terenului, între 3 şi 12 m/h.

Forajul este însoţit de o injecţie cu apă intensă.

Deservită de un operator, sondeza are următoarele caracteristici:

Diametrul găurii	60—70 mm
Adîncimea găurii	50 m
Presiunea axială pe fund	1 000 kg/cm^2
Energia percutorului pneumatic	14 kgm
Debitul de aer comprimat	14 m^3/min
Numărul de percuţii/min	2 100
Debitul apei de injecţie	18—35 l/min
Greutatea sondezei	720 kg



MACHINOEXPORT

EXPORTATOR V/O MACHINOEXPORT
MOSCOVA V — 330. U.R.S.S.
TELEX, 207

PETROM

EXECUTĂ:

În domeniul industriei de prelucrare a țițeiului următoarele lucrări:

cercetări, proiecte și documentații pentru instalații ce se livrează la export;

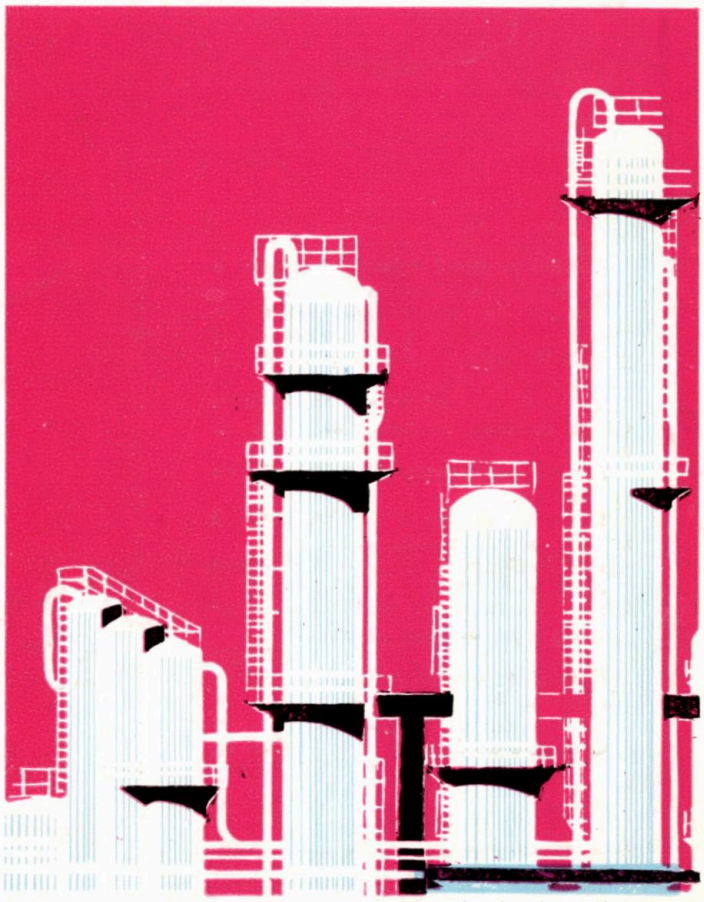
livrări de rafinării sau instalații complete cu acordare de asistență tehnică sau „la cheie";

studii în laborator și pe instalații pilot pentru diverse materii prime în vederea stabilirii tehnologiei optime de prelucrare;

asistența tehnică la montajul și punerea în funcțiune a instalațiilor livrate;

instruirea personalului străin pentru exploatarea instalațiilor livrate;

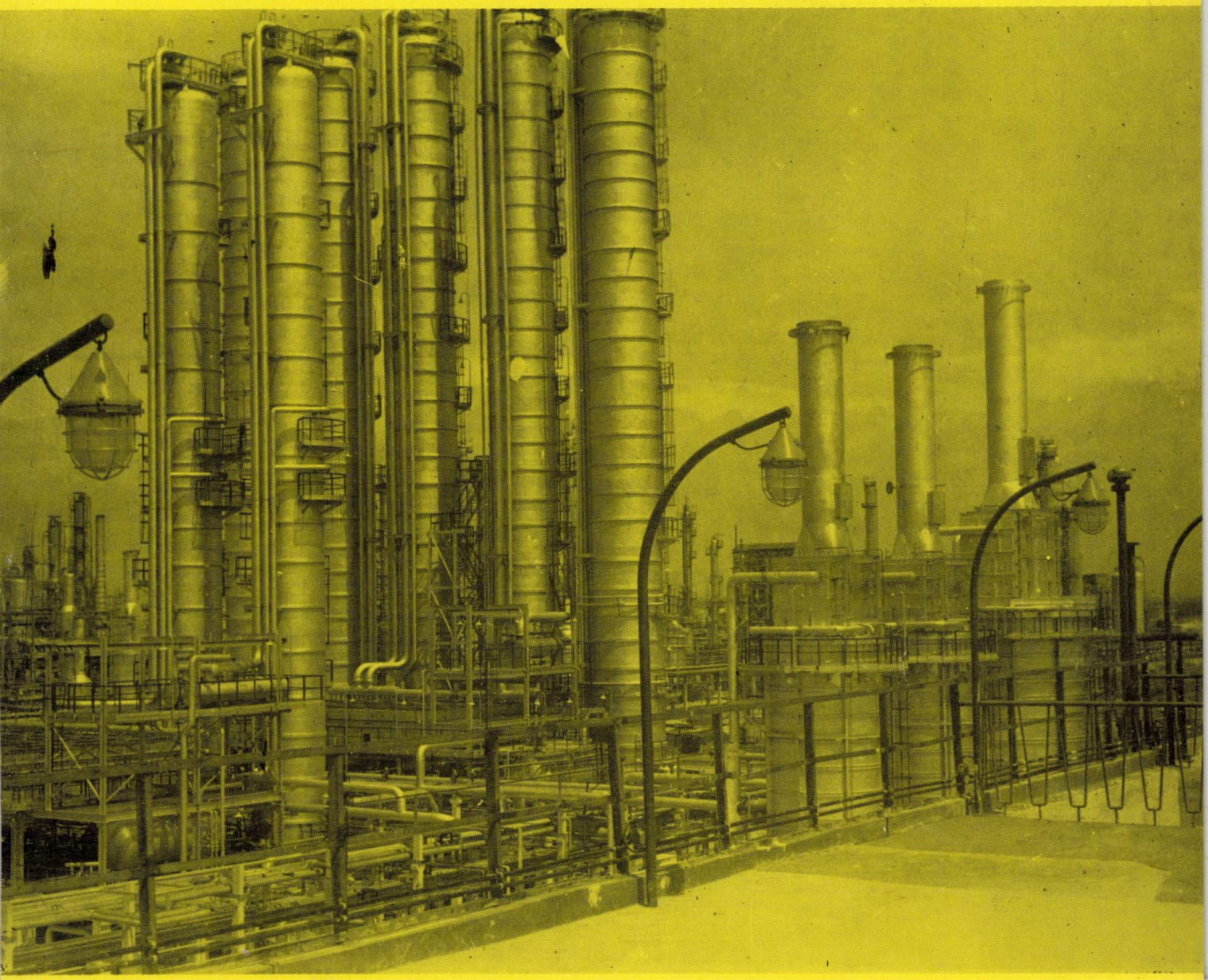
instalații de depozitarea și desfacerea produselor petroliere.



E 1445

SEPTEMBRIE 1970
Vol. 21 p. 505—576
BUCUREŞTI
ROMÂNIA

9



PETROL ŞI GAZE

petrom

EXECUTĂ PENTRU STRĂINĂTATE
următoarele lucrări în domeniul petrolului:

ÎN SECTORUL EXTRACTIV

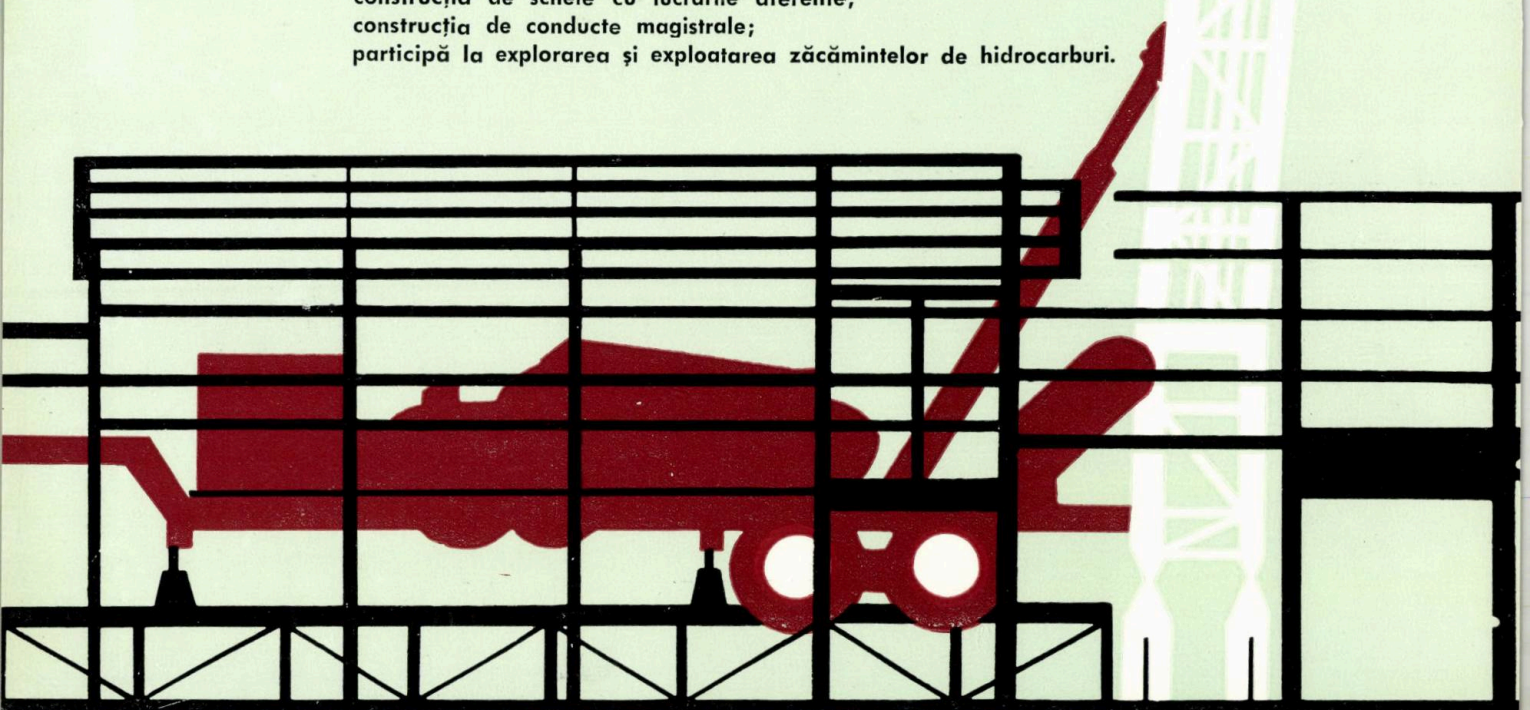
analize (petrofizice, petrografice — mineralogice, geochimice și paleontologice) pe eșantioane recoltate din aflorimente sau sonde;
studii geologice regionale de sinteză, pe baza datelor din analizele făcute pe eșantioane, întocmind hărți geologice, litofaciale, tectonice, structurale, geofizice de sinteză, hidrogeologice și de perspectivă pentru hidrocarburi;
proiecte de lucrări de prospecțiuni și explorare;
expertize geologice;
studii și proiecte de exploatare cu și fără menținerea presiunii pentru zăcăminte de petrol;
studii și proiecte privind activizarea și repunerea în exploatare a unor zăcăminte vechi;
studii și proiecte privind exploatarea zăcămintelor de țițeiuri grele și vîscoase prin folosirea metodelor tehnice moderne.

DOCUMENTAȚII ȘI PROIECTE PENTRU:

forajul sondelor și punerea lor în producție;
construirea de parcuri de colectare și separare țiței;
instalații de curățirea țițeiului;
instalații de degazolinare (prin termoadsorbție și absorbție);
instalații de deshidratare și comprimare gaze;
ateliere de întreținere — reparații în șantierele petroliere, inclusiv baze tubulare;
drumuri petroliere;
construirea de conducte în schele și magistrale.

EXECUTARE DE LUCRĂRI

prospecțiuni geologice prin cartare și foraj structural;
prospecțiuni gravimetrice terestre;
prospecțiuni electrometrice, prin metoda curenților telurici și a emițătorilor încrucișați;
prospecțiuni seismice prin metodele de refracție și reflecție;
înregistrări pentru studiul vitezelor în subsol (microseismocarotaje, seismocarotaje, lucrări Z V M);
forajul sondelor de toate categoriile și punerea lor în producție;
construcția de schele cu lucrările aferente;
construcția de conducte magistrale;
participă la explorarea și exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi.



VOL. XXI, Nr. 9
septembrie 1970

PETROL și GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacția: Bd. N. Bălcescu, 16 ● Telefon 16.78.78 ● BUCUREȘTI ● ROMÂNIA

CUPRINS

G. Pîrvu: **Elemente noi în sprijinul vulcanismului extracarpatic** 511—515

D. Milcoveanu: **Interpretarea statistico-matematică și analiza armonică a prospecțiunilor geofizice. II** 516—522

D. Ștefănescu: **Procedee și dispozitive pentru determinarea formațiunilor geologice absorbante deschise prin sonde** 523—528

C. Moroșanu: **Stimularea afluxului de țiței prin injecțiile ciclice de abur** 529—535

N. Pușcoiu: **Studiul transferului de căldură în cazul injecției de agenți calzi în zăcămintele de petrol** 536—543

A. Nastasi, I. Zîrnă, D. Grigoriu, D. Iorga și Fl. Constantin: **Hidrotratarea uleiurilor. II Rezultate, performanțe și aspecte economice ale procesului de hidrotratare** 544—548

M. Barbul, I. Blidișel, C. Bandrabur și E. Welther: **Studiul adsorbției unor substanțe organice pe catalizatori de tip hidrofinare, prin tehnica impulsurilor cromatografice** 549—555

V. Teodorescu: **Cromatografia pe strat subțire (C.S.S.) aplicată la identificarea hidrocarburilor aromatice** 556—559

I. Avramescu, F. Neagoe și I. Palaghiță: **Reducerea consumului de abur și a pierderilor de produse petroliere prin utilizarea regulatoarelor directe de temperatură la rezervoarele de țiței încălzite** 560—563

CRONICĂ 564—566

DOCUMENTARE 566—570

SCURTE ȘTIRI 571—574

RECENZII 544

COMITETUL DE REDACȚIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. Gh. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, econ. E. MAREȘ, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. Gh. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUȘCOIU, ing. N. ROȘCA, ing. N. STOIANOV, ing. A. ZBEREA, ing. Gh. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ

Redactor
ing. Aurelia Burleatu

CONTENTS

G. Pîrvu: **New elements pleading for the existence of extracarpathian volcanism** 511—515

D. Milcoveanu: **The statistical-mathematical interpretation and the harmonic analysis of geophysical prospections. II.** 516—522

D. Ştefănescu: **Methods and devices for determining the absorbent geological formations opened by means of drillind wells.** 523—528

C. Moroşanu: **Stimulating the oil inflow by cyclical steam injections** 529—535

N. Puşcoiu: **Studying the heat transfer in the case of hot agents injected into the oilfields** 536—543

A. Nastasi, I. Zîrnă, D. Grigoriu, D. Iorga, Fl. Constantin: **Oil hydrotreatement. Results, performances and economic aspects of the hydrotreatment process** 544—548

M. Barbul, I. Blidişel, C. Bandrabur, E. Welther: **Studying the adsorption of some organic substances on hydrophination-type catalysts by the chromatographic impulse technique** 549—555

V. Teodorescu: **The thin-layer chromatography (C. S. S.) applied to the identification of aromatic hydrocarbons** 556—559

I. Avramescu, F. Neagoe, I. Palaghiţă: **Reducing the steam consumption and oil product losses by using direct temperature regulators in heated oil tanks** 560—563

G. Pîrvu: **New elements pleading for the existence of extracarpathian volcanism.**

The presence of certain elements characteristic for the submarine volcano eruption in the Miocenic deposits of the North-Eastern Getic Depression imposed a reactualization of the problem of the extracarpathian volcanism. The most significant elements are: the presence of the fragments of basic volcanic glass (perlites) having 2 — 12 cm. dimensions; the existence in the sands of the inferior Tortonian and Sarmatian of a clasmatic material characterized by an evident note of virginity (rugged, unaltered formes, absence of traces of impact, scrape or crush) which proves that this material has not suffered a long transport; the disposition on rather small areas of the cineritic deposits as massive banks with a thickness exceeding 150 m.; absence of intercarpathian volcanic centres or of certain auxiliary factors justifying their contribution to the genesis of the acid cineritic deposits in general and of the basic fragments of glass with 4 — 12 cm. size in particular.

All these plead for the existence of a submerged extracarpathian volcanism.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 511
D. C. 553.782.1

D. Ştefănescu: **Methods and devices for determining the absorbent geological formations opened by means of drilling wells.**

The article describes the methods and devices which can be utilized for determining the absorbent geological formation opened by means of drilling wells. Some considerations about the advantages and disadvantages of these methods are exposed. A new device specific for these types of works, which was patented in Romania is also described.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 523
D. C. 553.982.

C. Moroşanu: **Stimulating the oil inflow by cyclical steam injections.**

The increase of the rate of flow of the oil wells which produce heavy crude and viscous oils can be obtained by steam stimulation of the productive formation. The same oil well is utilised as well for the injection of the steam in the field as for the production after the end of the cycle.

By heating the heavy and viscous crude oils at high temperature, the viscosity of those become comparable with the viscosity of the light crude oils, or even smaller.

The productive formation surrounding the filter of well, acts as a heat exchanger, and permits to store the heat proceeding from the injection cycle and to effectively utilize it for the heating of heavy and viscous oils during their extraction from the deposit.

This method can be considered as a genuine achievement in the oil industry and represents the most recent form of secondary recovery.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 529
D. C. 622.276.41

N. Puşcoiu: **Studying the heat transfer in the case of hot agents injected into the oilfields**

The paper discusses the problem of heat transfer in the case of hot agent injected into oilfields, by following the technological injection process. A mathematical model was thus conceived for determining by theoretical way the heat quantity with which the steam or hot water injected reaches the layer. The technical and economic efficiency of the injection process has also been established by calculus.

The heat transfer process from the injected agent to the porous rock saturated with oilfield fluids, is mathematically explained. This allows to transpose into mathematical relations a series of conclusions drawn from the experiments made both in laboratory and oilfield conditions, on different oilfields in Romania and abroad.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 536
D. C. 2.276.43:56236.24

M. Barbul, I. Blidişel, C. Bandrabur, E. Welther: **Studying the adsorption of some organic substances on hydrophination-type catalysts by the chromatographic impulse technique**

The adsorption of benzene, methylcyclohexane, 2, 2, 4 — trimethylpentane, thiophene and ethylmercaptane on a series of hydrophination catalysts, in the temperature range of 100 — 175°C has been studied by the chromatographic impulse technique. The catalysts studied were either fresh or used in industrial installation.

The respective adsorption heats have been calculated from the retention data on the catalyst column (adsorbent).

The retention volumes and adsorption heats are correlated with catalytical activity data obtained in pilot plant and in laboratory installation by thiophene desulphuration.

It is possible to conclude from the results of correlation that the adsorption data are useful for estimating the behaviour of hydrophination-type catalysts.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970 nr. 9, p. 549
D. C. 665.658.6;543.544

V. Teodorescu: **The thin-layer chromatography (C. S. S.) applied to the identification of aromatic hydrocarbons**

The paper contains a systematic presentation of relevant literature data concerning the analysis, separation and research on aromatic hydrocarbons alone and in special mixtures, and on the hydrocarbons from polluted atmospheric air, from mineral oils etc, by thin-layer chromatography.

The purpose of the paper is to find new rapid and effective means offered by the thin, layer chromatography for studying the aromatic constituents from the mineral oils and other heavy oil products.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 556
D. C.543.544;547.52

СОДЕРЖАНИЕ

Г. Пырву: **Новые элементы в подтверждении экстракарпатского вулканизма** 511—515

Д. Милковяну: **Статистико-математическая интерпретация и гармонический анализ геофизических разведок. II.** 516—522

Д. Штефэнеску: **Способы и аппараты по определению геологических абсорбирующих формации открытых при помощи шурфов.** 523—528

К. Морошану: **Стимулирование прилива нефти циклическим нагнетанием пара** 529—535

Н. Пушкою: **Изучение теплопередачи в случае нагнетания горячих агентов в нефтяные залежи** 536—543

А. Настаси, И. Зырнэ, Д. Григориу, Д. Иорга, Фл. Константин: **Гидратация масел. Результаты, достижения и экономические аспекты процесса гидратации** 544—548

М. Барбул, И. Блидишел, К. Бандрабур, Е. Велтер: **Изучение адсорбции ряда органических веществ на катализаторах типа гидрофинирования путем техники хроматографических импульсов.** 549—555

В. Теодореску: **Хроматография на тонком слое, примененная при выявление ароматических углеводородов.** 556—559

И. Аврамеску, Ф. Нягое, И. Палагицэ: **Снижение расхода пара и потерь нефти путем использования прямых регуляторов температуры у подогретых резервуарах нефти.** 560—563

Г. Пырву: **Новые элементы в подтверждении экстракарапгского вулканизма.**

Наличие ряда элементов характерных вулканическим подводным извержениям в отложениях северного миоцена — восточная часть Гетской депрессии, сделало необходимым реактуализацию вопроса экстракарпатского вулканизма. Как наиболее характерные элементы отмечаются: наличие осколок вулканического стекла (перлиты) щелочного характера с размерами между 2—12 см; наличие в песках нижнего тортона и нижнего сармата классматического материала характеризуемого явным аспектом свежести (угловатые формы, неискаженные, не имеющие следов ударов, царапин или раздробления) что доказывает, что этот материал не подвергался продолжительной переноске; расположение кинеритических отложений в виде массивных отмелей, достигающих толщины более 150 м, занимающих небольшие площади; отсутствие междукарпатских вулканических центров и ряда вспомогательных факторов, которые обосновывали бы во времени и в пространстве вклад в образовании кинеритических отложений с кислотным характером, вообще и осколок стеклас размерами от 4 до 12 см со щелочным характером, в частности. Все это говорит о существовании подводного экстракарпатского вулканизма.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 511

Д. К. 553.782.1.

Д. Штефэнеску: **Способы и аппараты по определению геологических абсорбирующих формаций открытых при помощи шурфов**

В статье приводятся способы и аппараты которыми можно пользоваться для определения геологических абсорбирующих формаций открытых шурфованием. Обсуждают также преимущества и недостатки этих способов и описывают новое устройство специфическое для этого типа работ патентованного в Румынии.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 523

Д. К. 553. 982

К. Морошану: **Стимулирование притлив нефти циклическим нагнетанием пара.**

Увеличение дебитов скважин которые производят тяжелые и смолистые нефти из месторождений можно получить путем стимулирования паром продуктивной формации. Таже скважина используется для впрыскивания пара в залеже и для производства после пройденного цикла. Путем нагрева тяжелых и смолистых нефтей при высокой температуре, их вязкость уменьшается до величин сравнительных с величинами легких нефтей или даже ниже. Прдуктивная формация вокруг фильтра скважины действует в качестве теплообменника. Она позволяет набрать тепло происшедшее из цикла впрыскивания с тем что-бы её эффективно использовать для нагрева тяжелой и смолистой нефти при её экстракции, из залежи. Этот способ представляет собой настоящее достижение в нефтяной промышленности и является наиболее новой формой побочной рекуперации нефти.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 529

Д. К. 622.276.41.

Н. Пушкою: **Изучение теплопередачи в случае нагнетания горячих агентов в нефтяные залежи**

В работе трактуется вопрос теплопередачи в случае нагнетания теплой среды в нефтяные залежи, с наблюдением за технологическим процессом нагнетания. Таким образом составили математическую модель для определения теоретическим путём количества тепла с которым пар приходит в пласт, или нагнетаемая теплая вода. Устанавливают также, путём расчёта, техническую и экономическую эффективность процесса нагнетания. В статье объясняется математически, процесс теплопередачи от нагнетательной среды в пористую породу насыщенную флюидами залежи. Переводят таким образом в математическое отношение ряд заключении выведенные в результате произведенных испытании, как в лабораторных так и в прийсковых условиях, на различных отечественных и зарубежных залежах.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 536

Д. К. 622.276.43:536.24

М. Барбул, И. Блидишел, К. Бандрабур, Е. Велтер: **Изучение адсорбции ряда органических веществ на катализаторах типа гидрофинирования путём техники хроматографических импульсов**

При помощи техники хроматографических импульсов изучали адсорбцию бензен метилциклогексана, 2, 2, 4 триметилпентана, тиофена и этилмеркаптана на ряде гидрофинированных катализаторах в промежутках температуры в 100—175°С. Изучаемые катализаторы были свежие, а также использованные в промышленных установках. Из данных по задержанию на колонке катализатора (адсорбер) расчитали соответствующую адсорбциям теплоту. Объёмы задержки и адсорбционная теплота коррелировалась с данными каталитической деятельности, полученных на испытательной станции и на лабораторных установках, путём обессеривания тиофена. Результаты корреляции позволяют вывести что данные по адсорбции являются полезными для оценки поведения катализаторов типа гидрофинирования.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 549

Д. К. 665.658.6.543.544

В. Теодореску: **Хроматография на тонком слое, примененная при выявление ароматических углеводо родов**

Приводят систематизацию данных из специальной литературы, относительно анализа, отделения и исследования ароматических углеводородов в отдельности и в специальных смесях, углеводородов из воздуха загрязненной атмосферы, из минеральных масел, итд, путём хроматографии на тонком слое. Цель работы заключается в том что бы наити новые скоростные и эффективные средства предлагаемые хроматографической техникой на тонком слое, для исследования ароматических составных в минеральных маслах и в других тяжелых нефтяных продуктах.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 556

Д. К. 543.544:547.52

INHALT

G. Pîrvu: **Neue Elemente zur Unterstützung des aussenkarpatischen Vulkanismus** 511—515

D. Milcoveanu: **Statistisch-mathematische Auswertung und harmonische Analyse der geophysikalischen Lagerstättenforschung. II** 516—522

D. Ştefănescu: **Verfahren und Vorrichtungen zur Bestimmung, adsorbanter durch Sonden erschlossener geologischer Formationen** 523—528

C. Moroşanu: **Anregung des Erdölflusses durch zyklische Dampfeinblasungen** 529—535

N. Puşcoiu: **Untersuchung der Wärmeübertragung beim Einspritzen von Wärmeträgern in Erdöllager** 536—543

A. Nastasi, I. Zîrnă, D. Grigoriu, D. Iorga, Fl. Constantin: **Hydratation der Öle. II. Ergebnisse, Leistungen und wirtschaftliche Aspekte des Hydratationsprozesses** 544—548

M. Barbul, I. Blidişel, C. Bandrabur, E. Welther: **Untersuchung der Adsorbtion einiger organischen Stoffe auf Katalysatoren Typ Hydrofinierung** 549—555

V. Teodorescu: **Dünnschichtchromatographie für den Nachweis der aromatischen Kohlenwasserstoffe** 556—559

I. Avramescu, F. Neagoe, I. Palaghiţă: **Senkung des Dampfverbrauchs und des Verlusts an Erdölerzeugnissen durch Einsatz direkter Temperaturregler an erwärmten Rohölbehältern** 560—563

G. Pîrvu: **Neue Elemente zur Unterstützung des aussenkarpatischen Vulkanismus**

Das Vorhandensein einiger, für vulkanische Unterwasserausbrüche kennzeichnenden Elemente in den Lagerstätten des Miozäns im Nordosten der Getischen Plattform, erfordert eine neue Erörterung des Problems des aussenkarpatischen Vulkanismus. Von den kennzeichnendsten Elementen sind erwähnt: das Vorhandensein von Bruchstücken vulkanischen Glases (Perlit) mit basischem Charakter und Abmessungen zwischen 2-12 cm; Vorhandensein eines klasmatischen Gesteins in den Sandschichten des unteren Tortons und unteren Sarmats, kennzeichnet durch eine gewisse Frische (eckige, nichtabgeschliffene Formen, ohne Stoss-, Kratz-oder Zermalmungsspuren), ein Beweis, dass das Gestein nicht weit fortbewegt wurde: Anordnung der kineritischen Lagerstätten in Form von massiven Absetzungen mit einer Dicke von mehr als 150 m, jedoch auf kleinen Flächen; Fehlen interkarpatischer Vulkanzentren und zusätzlicher Faktoren, die zeitlich und räumlich ihren Beitrag zur Bildung der kineritischen Lagerstätten von sauerem Charakter im allgemeinen und der Glasfragmente von 4 — 12 cm Durchmesser mit basischem Charakter, in besonderem rechtfertigen würden.

All dies spricht für das Bestehen eines ausserhalb der Karpaten liegenden Unterwasservulkanismus.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 511
D. K. 553.782.1.

D. Ştefănescu: **Verfahren und Vorrichtungen zur Bestimmung adsorbanter, durch Sonden erschlossener geologischer Formationen**

Der Verfasser beschreibt Verfahren und Vorrichtungen, die sich zur Bestimmung der, mit Hilfe von Sondenbohrungen erschlossenen Formationen eignen. Ferner werden die Vor-und Nachteile dieser Verfahren angeführt und eine neue Vorrichtung beschrieben, die diesen im Lande patentierten Arbeiten entspricht.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9. p. 523
D. K. 553.982.

C. Moroşanu: **Anregung des Erdölflusses durch zyklische Dampfeinblasungen**

Die, Leistungssteigerung der Sonden, die schwere und zähflüssige Erdöle fördern, kann durch Dampfeinblasungen in die produktive Schicht erzielt werden.

Die gleiche Sonde wird sowohl für Dampfeinblasen in die Lagerstätte als auch für die Förderung nach Abschluss des Zyklus verwendet. Durch die Erwärmung der schweren und zähflüssigen Erdöle auf hohe Temperaturen geht deren Viskosität auf Werte zurück, die den leichten Erdölen entspricht.

Die produktive Formation rings um den Sondenfilter wirkt wie ein Wärmeaustaucher. Sie gestattet eine Wärmespeicherung die effektiv zur Erwär nung des schweren und zähflüssigen Erdöls im Hinblick auf dessen Förderung genutzt wird.

Dieses Verfahren ist für die Erdölindustrie von besonderer Bedeutung und bildet eine neue Form der sekundären Rückgewinnung.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 529
D. K. 622.276.41

N. Puşcoiu: **Untersuchung der Wärmeübertragung beim Einspritzen von Wärmeträgern in Erdöllager**

Der Verfasser behandelt das Problem der Wärmeübertragung beim Einspritzen von Wärmeträgern in Erdöllagerstätten. Gleichzeitig wird auch der technologische Einspritzprozess verfolgt. Zu diesem Zweck wurde ein mathematisches Modell für die theoretische Bestimmung der Wärmemenge, mit der der Dampf oder das Warmwasser in die Schicht gelangen, entwickelt. Durch Berechnungen werden desgleichen die technische und die wirtschaftliche Effizienz des Einspritzverfahrens ermittelt.

Vom mathematischen Standpunkt aus wird die Wärmeübertragung vom eingespritzten Träger zum erdölgesättigtem Speichergestein erläutert. Auf diese Weise werden eine Reihe von Schlussfolgerungen in mathematische Relation gekleidet, Schlussfolgerungen, die im Laboratorium oder dem Bohrfeld in verschidenen Lagerstätten des In-und Auslandes gezogen wurden.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 536
D. K. 622.276.43:536.24

M. Barbul, I. Blidişel, C. Bandrabur, E. Welther: **Untersuchung der Adsorbtion einiger organischen Stoffe auf Katalysatoren Typ Hydrofinierung**

Mit Hilfe der Technik der chromatographischen Impulse wurde die Adsorbtion des Benzols, Methylzyklohexans, 2, 2,-Trimethylpentans, Thiophens und Äthylmerkaptans auf einer Reihe von Hydrorafinierungskatalysatoren im Temperaturbereich 100 — 175°C untersucht. Bei den untersuchten Katalysatoren handelte es sich sowohl um frische als auch um, in Industrieanlagen gebrauchte Katalysatoren.

Aus den Daten des Rückhaltungsprozesses in der Katalysatorensäule wurde die betreffende Adsorbtionswärme berechnet.

Das Rückhaltsvolumen und die Adsorbtionswärme wurde mit Daten in bezug auf die katalytische Tätigkeit, die in Versuchs-und Laboranlagen durch Entschwefelung des Thiophens erzielt wurden, korreliert.

Auf Grund dieser Ergebnisse wurde die Schlussfolgerung gezogen, dass die Adsorbtionsdaten zur Bewertung des Verhaltens von Katalysatoren Typ Hydrorafinierung genutzt werden können

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 549
D. K. 665.658.6:543.544

V. Teodorescu: **Dünnschichtchromatographie für den Nachweis der aromatischen Kohlenwasserstoffe**

Der Verfasser systematisierte Daten aus der Fachliteratur in bezug auf die Analyse, Trennung und Untersuchung einzelner aromatischer Kohlenwasserstoffe sowie besonderer Kohlenwasserstoffgemische in verseuchter Luft, in mineralischen Ölen usw. Zu diesem Zweck wurde die Dünnschichtchromatographie angewandt.

Die Arbeiten waren darauf ausgerichtet, neue, rasche und wirksame Mittel dieses Verfahrens für die Untersuchung der aromatischen Verbindungen aus mineralischen Ölen und anderen schweren Erdölprodukten zu finden.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 9, p. 556
D. K. 543.544:547.52 556

SOMMAIRE

G. Pîrvu: **Nouveaux éléments à l'appui du volcanisme extra-carpatique** 511—515

D. Milcoveanu: **L'interprétation statistio-mathématique et l'analyse harmonique des prospections géophysiques. II.** 516—522

D. Ştefănescu: **Procédés et dispositifs pour déterminer les formations géologiques absorbantes ouvertes à l'aide des sondes** 523—528

C. Moroşanu: **La stimulation de l'afflux du brut par injections cycliques de vapeur** 529—535

N. Puşcoiu: **L'étude du transfert de chaleur dans le cas de l'injection d'agents chauds dans les gisements de pétrole** 536—543

A. Nastasi, I. Zîrnă, D. Grigoriu, D. Iorga, Fl. Constantin: **L'hydrostraitement des huiles. II. Résultats, performances et aspects économiques du processus d'hydro-traitement** 544—548

M. Barbul, I. Blidişel, C. Bandrabur, E. Welther,: **L'étude de l'adsorption de certaines substances organiques sur des catalyseurs du type hydrophinage par la technique des impulsions chromatographiques** 549—555

V. Teodorescu: **La chromatographie sur couche mince (C. S. S.) appliquée à l'identification des hydrocarbures aromatiques** 556—559

I. Avramescu, F. Neagoe, I. Palaghiţă: **La réduction de la consommation de vapeur et des partes de produits pétroliers par l'utilisation des régulateurs pirectsde température aux réservoirs de bruts chauffès** 560—563

G. Pîrvu: **Nouveaux éléments à l'appui du volcanisme extra-carpatique.**

La présence de certains éléments caractéristiques des éruptions volcaniques sous-marines dans les depôts du miocène du nord-est de la Dépression gétique a imposé la réactualisation du problème du volcanisme extracarpatique.

De ces éléments, les plus caractéristiques sont; la présence de fragments de verre volcanique (perlites) à caractère basique, mesurant entre 2 et 12 cm., la présence dans les sables du tortonien et du sarmatien inférieur d'un matériel clasmatique ayant un trait évident de virginité (formes couvetes d'aspérités, inaltérées, sans traces de chocs, d'écorchures ou d'écrasements), ce qui prouve que le matériel n'a pas souffert un long transport; la disposition des dépôts cinéritiques sous la forme de bancs massifs, totalisant des épaisseurs de plus de 150 m et occupant en même temps des surfaces peu étendues; l'absence de centres volcaniques intercarpatiques et de facteurs auxiliaires pour attester dans le temps et l'espace un apport à la formation des dépôts cinéritiques à caractère acide en général et à celle des fragments de verre basiques gros de 4 à 12 cm en particulier.

Toutes ces données plaident pour l'existence d'un volcanisme extracarpatique submergé.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 9 p. 511
C. D. 553.782,1.

D. Ştefănescu: **Procédés et dispositifs pour déterminer les formations géologiques absorbantes ouvertes à l'aide des sondes.**

L'article expose les procédés et les dispositifs utilisables pour la détermination des formations géologiques absorbantes ouvertes par les sondes.

On discute aussi les avantages et les désavantages de ces procédés et on décrit un nouveau dispositif spécifique pour ces types de travaux breveté en Roumanie.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 9. p. 523
C. D. 553.982.

C. Moroşanu: **La stimulation de l'afflux du brut par injections cycliques de vapeur.**

L'augmentation du débit des sondes exploitant des gisements de bruts lourds et visqueux peut être obtenue grâce à la stimulation de la formation productive par la vapeur.

La même sonde est utilisée pour l'injection de vapeur dans le gisement et après le cycle effectué, pour la production.

Le chauffage à hautes températures des bruts lourds et visqueux, diminue leur viscosité jusqu'à des valeurs comparables à celles des bruts légers et même moindres.

La formation productrice qui entoure le filtre de la sonde agit comme échangeur de chaleur. Elle permet l'emmagasinage de la chaleur provenue du cycle d'injection pour l'utiliser effectivement au chauffage du brut lourd et visqueux lors de son extraction du gisement.

Ce procédé, véritable réalisation dans l'industrie du pétrole constitue la plus récente forme de récupération secondaire.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 9, p. 529
C. D. 622, 276.41

N. Puşcoiu: **L'étude du transfert de chaleur dans le cas de l'injection d'agents chauds dans les gisements de pétrole**

L'article s'occupe du problème du transfert de chaleur dans le cas de l'injection d'agents chauds dans les gisements de pétrole, en suivant le processus technologique d'injection. On a conçu ainsi un modèle mathématique pour déterminer par voie théorique la quantité de chaleur par laquelle parviennent à la couche la vapeur ou l'eau chaude injectée. On établit également, par calcul, l'efficience technique et économique du processus d'injection.

On explique par voie mathématique le processus de transfert de chaleur depuis l'agent injecté à la roche poreuse saturée en fluides de gisements. On transpose ainsi dans des relations mathématiques une série de conclusions tirées des expériences effectuées autant dans des conditions de laboratoire que sur le chantier, sur différents gisements roumains et étrangers.

Petrol şi Gaze, 21 1970, nr. 9, p. 536
C. D.622.276.42:536.24

M. Barbul, I. Blidişel, C Bandrabur, E. Welther: **L'étude de l'adsorption de certaines substances organiques sur des catalyseurs du type hydrophinage par la technique des impulsions chromatographiques**

Par la technique des impulsions chromatographiques, on a étudié l'adsorption du benzène, du méthylcyclohexane-du 2, 2, 4-triméthylpentane, du thiophène et de l'éthylmercaptane, sur une série de catalyseurs d'hydrophinage, dans l'intervalle de température 100 — 175°C. Les catalyseurs étudiés ont été soit frais soit utilisés dans l'installation industrielle.

A partir des données concernant la rétention sur la colonne de catalyseur (adsorbant), on a calculé les chaleurs d'adsorption respectives.

Les volumes de rétention et les chaleurs d'adsorption sont corrélés avec des données concernant l'activité catalytique, obtenues en installation pilote et dans l'installation de laboratoire pour la désulfuration du thiophène.

Les résultats de la corrélation permettent de conclure que les données d'adsorption s'avèrent utiles pour apprécier le comportement des catalyseurs du type hydrophinage

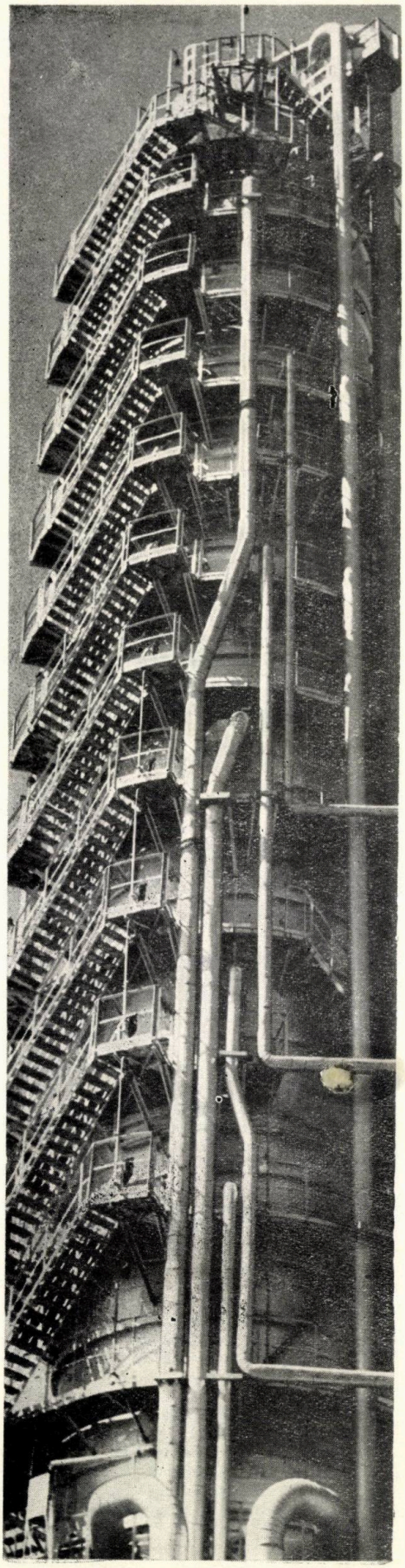
Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 9, p. 549
C. D. 665.558.6:543.544

V. Teodorescu: **La chromatographie sur couche mince (C.S.S.) appliquée à l'identification des hydrocarbures aromatiques**

On présente de façon systématique les données fournies par la littérature de spécialité concernant l'analyse, la séparation et la recherche des hydrocarbures aromatiques seuls ou en mélanges spéciaux, des hydrocarbures de l'air atmosphérique pollué, des huiles minérales etc., par chromatographie sur couche mince.

Le but de l'article est de trouver de nouveaux moyens rapides et efficaces offerts par la technique chromatographique sur couche mince, pour l'étude des constituants aromatiques des huiles minérales et d'autres poduits pétroliers lourds.

Petrol şi Gaze, 21, 1970, nr. 9, p. 556
C. D. 543.544:547.52



Industria producătoare de țiței din România prin procedee moderne de aromatizare catalitică și de extracție selectivă, obține *toluen*, *xilen*, *ortoxilen* și *benzen* cu înalt grad de puritate, materie primă de cea mai bună calitate pentru industria chimică.

PECO comercializează pe piața internă, iar I.S.C.E. PETROLEXPORT pe pieţele externe, produsele aromatice prin via tera și via mare, în vrac și ambalate în butoaie metalice de 220 l.

PETROLEXPORT

Elemente noi în sprijinul vulcanismului extracarpatic

G. Pîrvu

Prezența unor elemente caracteristice erupțiilor vulcanice submarine în depozitele miocenului din nord-estul Depresiunii getice impune reactualizarea problemei vulcanismului extracarpatic care, cu ani în urmă, a produs în rîndul geologilor discuții foarte vii. Se pune problema provenienței materialului clasmatic care a dat naștere cineritelor extracarpatice. Pe această temă părerile cercetătorilor au fost împărțite în două. Unii admit proveniența materialului clasmatic din erupțiile dacitice sau andezitice care au avut loc în Masivul Vlădeasa, respectiv în Masivul Căliman-Harghita, de unde a fost transportat la locul de depunere fie prin intermediul curenților marini care pătrundeau în bazinul extracarpatic, prin istmul de legătură de pe actuala vale a Oituzului (Mrazec și Teisseyre) [8], fie pe cale eoliană (S. Athanasiu., I. Simionescu și I. Atanasiu) [1, 2, 3, 15], fie pe ambele căi concomitent (St. Mateescu) [7]. Alții pun proveniența materialului piroclastic pe seama unui vulcanism extracarpatic produs pe liniile mari de dislocație tectonică din Subcarpați (Murgoci, Voitești, Preda, Filipescu, Stanciu [9, 17, 12, 15, 16]. În această idee, pentru regiunea Govora-Ocnele Mari, Murgoci, I. P. Voitești, și apoi V. Stanciu, considerau că materialul clasmatic ar proveni din vulcani de tip exploziv, al căror crater, în majoritatea cazurilor, nu s-a putut păstra. În afirmația sa, Murgoci s-a bazat pe faptul că, în Banat (bazinul Bahnei) ca și în Iugoslavia, există mai multe iviri de cinerite dacitice, a căror origine este considerată în strînsă legătură cu dykurile și conurile vulcanice de dacit puse în evidență pe liniile de fracturi, de exemplu pe linia Berzeasca-Rudina. Acest argument a fost luat în considerare și de I. P. Voitești care, în plus, susține că în regiunea Ocnele Mari a pus în evidență „urma unui coș vulcanic" alcătuit din cenușă dacitică, pe o grosime de circa 200 m și al cărui diametru depășește 2500 m. V. Stanciu se alătură ideilor lui Murgoci și Voitești dar, spre deosebire de aceștia, el susține existența unor erupții submerse, în sprijinul cărora aduce următoarele argumente:

— tufurile dacitice sînt lipsite de elemente detritice, spre deosebire de cele depuse subaerian, în care aceste elemente sînt frecvent întîlnite;

— cu cît se îndepărtează de linia erupțiilor, cu atît tufurile conțin mai multe elemente detritice și material argilos, trecînd treptat, lateral, la marne tufacee;

— în cazul erupțiilor submarine, cineritele se depun pe suprafețe reduse, dînd naștere la bancuri masive de tipul celor de la Ocnele Mari și Govora;

— microfosilele (Foraminifere, Radiolari, Diatomee) sînt rar întîlnite, aceasta fiind o caracteristică pentru erupțiile submarine.

Pentru cineritele din partea de sud-est a Depresiunii pericarpatice, D. M. Preda [12], și apoi M. G. Filipescu [5] aduc o serie de date care, prin conținutul lor, confirmă ipoteza vulcanismului extracarpatic. Spre exemplu, M. G. Filipescu constată prezența cineritelor dacitice și în senonian. Prezența acestora la nivelul senonianului nu poate fi pusă pe seama unui material clasmatic provenit din erupțiile dacitice din munții Bihorului (care s-au produs în acest interval de timp), deoarece acestea sînt la o distanță foarte mare, iar a le atribui sistemului eruptiv Căliman-Harghita nu este posibil, deoarece acesta a erupt în urma mișcărilor postacvitaniene. De asemenea, mineralizațiile de tipul: plumb, galenă, blendă și pirită, observate la nivelul depozitelor senonianului, precum și la alte niveluri stratigrafice, sînt puse de către M. Filipescu în legătură cu unele soluții juvenile locale. Pe de altă parte, prezența unor diabaze în punctul Poiana Crăițelor (Prahova) constituie, pentru autor, un „argument excelent în favoarea unor manifestații vulcanice extracarpatice, datînd, probabil, din cretacicul mediu", adică strîns legat de fenomenele orogenice ale fazei austrice.

Cercetări recente efectuate de noi asupra depozitelor tortonianului inferior și ale sarmațianului inferior din partea de nord-est a Depresiunii pericarpatice din Oltenia (Depresiunea getică) au dat posibilitatea obținerii unor elemente noi, caracteristice erupțiilor vulcanice explozive, submarine. Depozitele la care ne referim au fost întîlnite atît în adîncime în mai multe sonde săpate pe structura Grădiștea, cît și la suprafață în zona cuprinsă

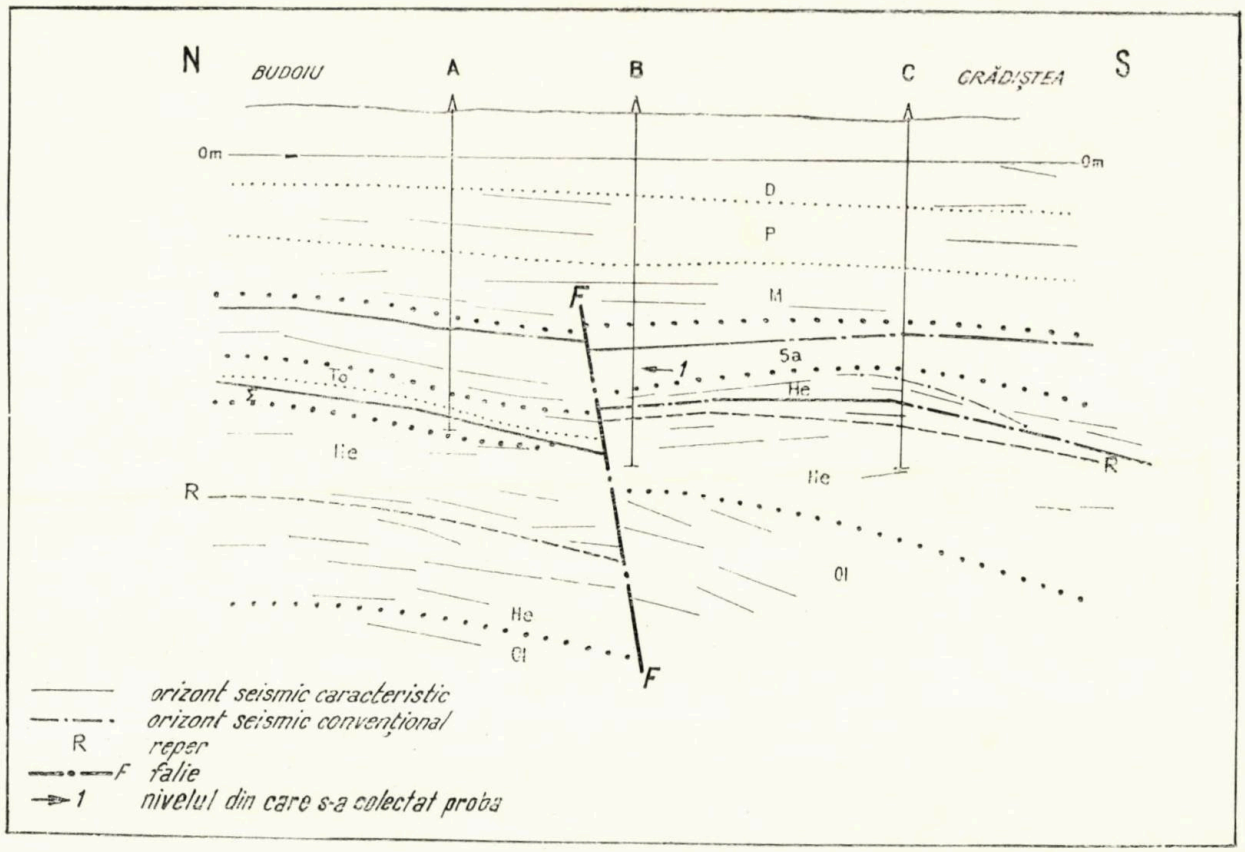


Fig. 1. Structura Grădiștea. Secțiunea structurală-seismică. După I. C. P. G.

între Rîm. Vîlcea și Măldărești. Raporturile lor stratigrafice, alcătuirea litologică și dispunerea în spațiu a tipurilor litologice identificate sînt redate, schematic, în figurile 1 și 2.

Analizele litologice și petrografice efectuate pe mai multe probe de teren și de carotă,

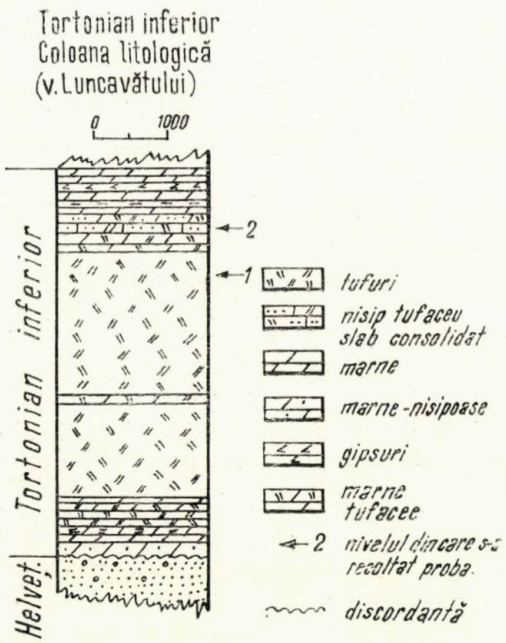


Fig. 2.

recoltate din partea superioară a tortonianului inferior și din partea mediană a sarmațianului inferior (fig. 1 și 2), au permis următoarele constatări:

1. Tufurile dacitice, care dau nota caracteristică depozitelor tortonianului inferior, prezintă o stratificație gradată, nivelurile cu granulație grosieră repetîndu-se, în zona studiată, de cel puțin cinci ori. Din cuprinsul acestor niveluri au fost colectate fragmente de sticlă vulcanică (perlite), de dimensiuni cuprinse între 3 și 5 cm.

2. Intercalațiile de nisipuri din partea mediană a sarmațianului inferior conțin, de asemenea, fragmente de sticlă vulcanică (perlite), de dimensiuni cuprinse între 4 și 12 cm.

3. Intercalațiile de gresii friabile întîlnite în partea superioară a tortonianului inferior conțin fragmente colțuroase de sticlă vulcanică, ce prezintă forme fibroase (fig. 3), plate (fig. 4) și veziculare (fig. 5), care amintesc de formele denumite „părul zeiței Pele" și „lacrimile zeiței Pele", acestea din urmă fiind formate, probabil, în urma retopirii feldspaților.

4. Caracterele petrografice, mineralogice și compoziția chimică a fragmentelor de sticlă întîlnite în probele colectate din tortonian sînt identice cu cele ale fragmentelor întîlnite în probele colectate din nisipurile și din gresiile

TABELA 1

Valorile indicelui de refracţie şi ale greutăţii specifice a sticlei vulcanice

Nr. crt.	Numărul şi denumirea probei	Nivelul stratigrafic	Indicele de refracţie	Greutatea specifică	Interpretarea după relaţia George W. D.
1	71; sticlă vulcanică	Tortonian inferior	1,601	2,9850	48% silice; sticlă bazaltică
2	72; sticlă vulcanică	Tortonian inferior	1,590	2,9852	48% silice; sticlă bazaltică
3	41; Grădişte sticlă vulcanică	Sarmaţian inferior	1,590	2,9850	48% silice; sticlă bazaltică
4	41; Grădişte sticlă vulcanică	Sarmaţian inferior	1,590	2,9850	48% silice; sticlă bazaltică

sarmaţianului inferior (fig. 6 *a*, *b*, 7 *a*, *b* şi tabela 1). Caracterul dacitic al cineritelor a fost stabilit, prin analize chimice de către I. P. Voiteşti [17] şi I. Atanasiu [1].

5. Materialul piroclastic ce constituie cineritele dacitice, precum şi cel întîlnit în intercalaţiile de gresii friabile tortoniene prezintă un caracter de „prospeţime" pus în evidenţă atît de formele tipice, nealterate, sub care se prezintă aceste fragmente, forma de y, forme curbate semilunare, forme plate, forme fibroase sau alungite şi forme granulare sau veziculare (fig. 8), cît şi de aspectul evident colţuros al acestui material.

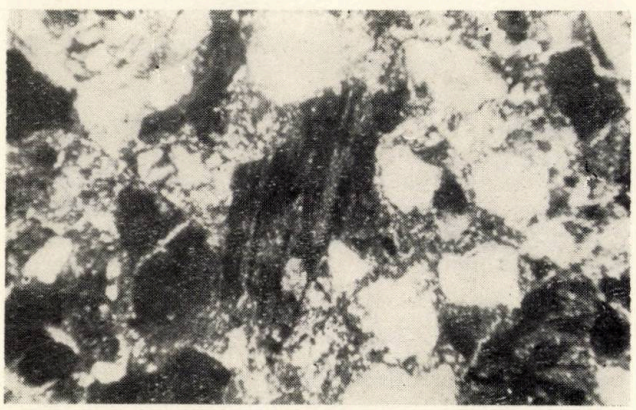


Fig. 3. Fragmente de sticlă vulcanică în gresii Tortonian inferior N. II., X = 100.

Fig. 4. Fragmente de sticlă vulcanică în gresii: Tortonian inferior N. II.,X =100.

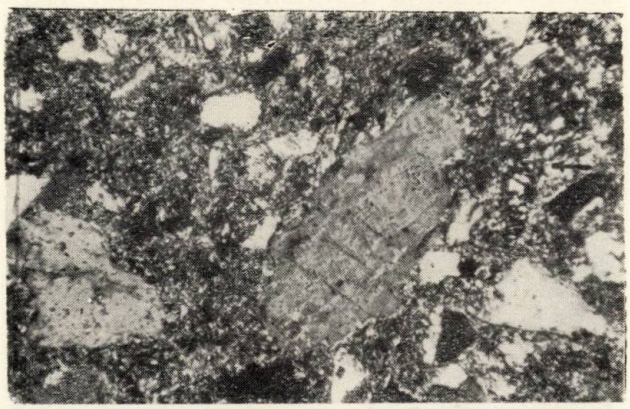
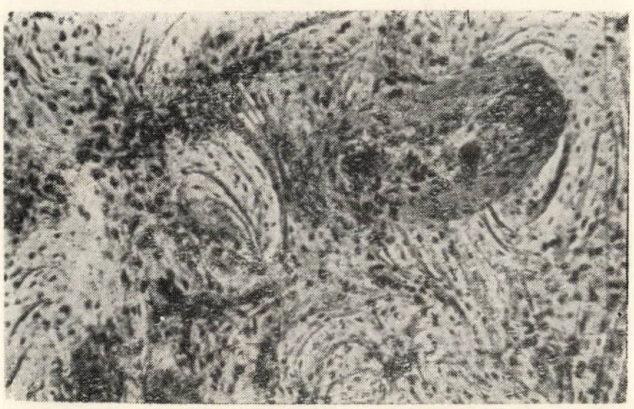


Fig. 5. Fragment de sticlă vulcanică cu forme veziculare. Tortonian inferior. N. II., X = 100.



a

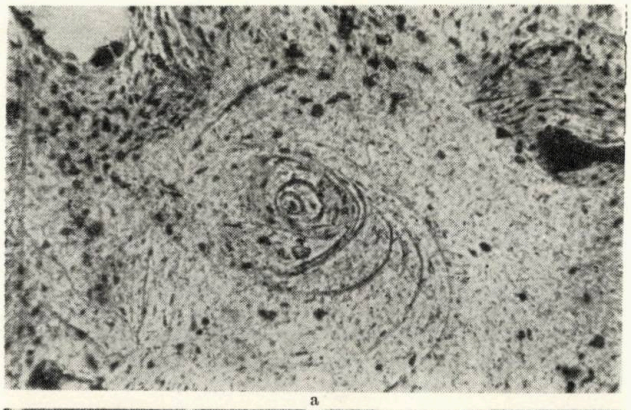
b

Fig. 6. Perlit. Tortonian inferior: *a* = N. II., X = 400; *b* = N. + .,X = 400.

În general, fragmentele de sticlă sînt izotrope și numai foarte rar prezintă vagi culori de birefrigență, ca urmare a unor slabe procese de devitrificare.

6. Comparînd, structural, materialul clasmatic al cineritelor din tortonianul inferior al Depresiunii getice cu cel al cineritelor din Transilvania, se observă că cel din Transilvania, este caracterizat printr-un grad de rulare avansat (fig. 9), care lipsește cineritelor din Depresiunea getică (fig. 10). Mai mult, acest material apare, uneori, intens zdrobit.

7. Fragmentele de sticlă întîlnite în sarmațianul inferior le considerăm fie remaniate din tortonian, fie ca produse ale unui vulcanism ce a activat la începutul sarmațianului.



a

b

Fig. 7. Perlit. Nisipurile sarmațianului inferior. *a* = N. II. *b*=N+ X = 400.

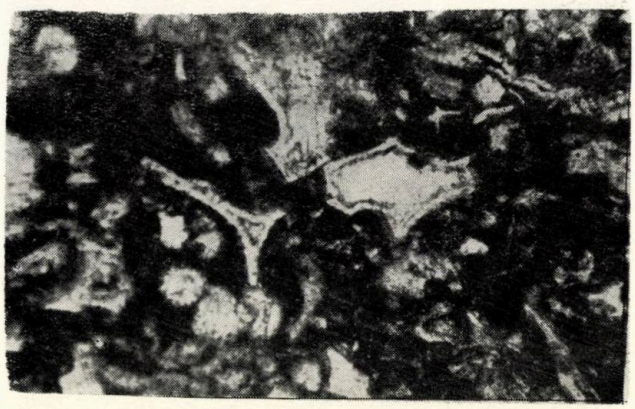


Fig. 8. Cinerit. Tortonian inferior, N. II., X = 200.

Fig. 9. Cinerit vitrocristaloclastic. Transilvania. Tortonian. Cristalele sînt rotunjite și zdrobite. N. +., X = 100.

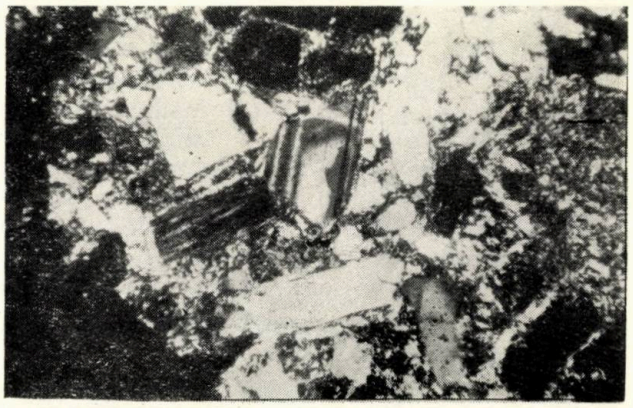


Fig. 10. Gresie. Tortonian inferior. Fragmente de sticlă și de cristale de feldspat, ambele colțuroase. N. +., X =100.

Concluzii

a. Fragmentele de lavă de dimensiunea bolovanilor și a pietricelelor, întîlnite în cineritele dacitice ale tortonianului inferior, precum și în intercalațiile de nisipuri și de gresii friabile ale acestui etaj, demonstrează existența unor erupții vulcanice extracarpatice. Aceste fragmente nu pot fi considerate ca produse ale unor aparate vulcanice intracarpatice, transportate eolian, deoarece vînturile nu pot transporta la distanțe așa de mari un material ale cărui dimensiuni depășesc 4 cm diametru. De asemenea, nu pot fi puse pe seama unui transport marin, deoarece nucleul carpatic era deja ridicat și separa cele două bazine de sedimentare. Culoarele de legătură care mai existau erau mult prea reduse, atît în suprafață, cît și în adîncime și nu puteau permite transportul unui volum de produse vulcanice atît de imens și așa de grosier. Pe considerente asemănătoare se exclude posibilitatea transportului pe cale fluviatilă. De altfel, M. Popescu (1958) a arătat că în timpul tortonianului inferior, bazinul de sedimentare reia legăturile cu marea numai prin partea sa superficială, fapt care determină apariția unui biofacies marin pelagic legat de litofaciesul neritic al tufurilor cu Globigerina.

Pe de altă parte, erupţiile care ar putea fi considerate ca sursă, s-au manifestat ceva mai tîrziu; de exemplu, în zona Văratec-Gutăi-Oaş ele au început să se manifeste o dată cu sfîrşitul tortonianului, iar cele din zona Căliman-Harghita, la începutul sarmaţianului. Mai mult, erupţiile dacitice de la Drăgoiasa, pe lîngă faptul că s-au manifestat în sarmaţianul inferior, sînt foarte slab dezvoltate atît în suprafaţă, cît şi în grosime, ceea ce demonstrează că erupţiile de acest gen au fost de mică amploare şi nu pot justifica masele enorme de cinerite dacitice din Depresiunea getică.

b. Prospeţimea materialului piroclastic şi îndeosebi forma colţuroasă a lui dovedesc că acesta nu a suferit un transport îndepărtat, prin al cărui intermediu să rezulte o oarecare rotunjire a fragmentelor şi o zdrobire a acestora, aşa cum se observă la materialul piroclastic din bazinul intracarpatic (Transilvania).

c. Prezenţa materialului clasmatic (sticlă vulcanică, cristale şi fragmente de rocă) în nisipurile şi în gresiile friabile tortoniene dovedeşte o activitate vulcanică concomitentă cu depunerea sedimentelor epiclastice. Caracterele petrografice ale acestui material (prospeţime, forme colţuroase, lipsa urmelor de zgîrieturi şi a ciocnirilor reciproce, granulaţie grosieră), demonstrează că el a fost generat de erupţii situate la mică distanţă şi nu a fost adus, fapt care i-ar fi imprimat amprenta transportului.

d. Suprafeţele relativ reduse ale depozitelor cineritice din această regiune, dezvoltarea mare a lor în grosime, circa 180 m, şi prezenţa sporadică a materialului epiclastic şi a formelor fosile pledează pentru un vulcanism submarin, produs pe liniile de fracturi ale fundamentului mării, fractură care, aşa cum arată M. G. Filipescu, s-au format sub acţiunea forţelor tangenţiale şi verticale la care a fost supusă această regiune în timpul mişcărilor orogenice care au dat naştere Carpaţilor. Caracterul exploziv submarin explică lipsa unor conuri vulcanice.

e. După compoziţia chimică a cineritelor (dacitice) şi a fragmentelor mari de sticlă (bazice) rezultă că vulcanii şi-au manifestat activitatea prin lave de compoziţii diferite, acide pînă la foarte bazice, ce pot aparţine aceluiaşi rezervor magmatic în care a avut loc o diferenţiere prealabilă începerii erupţiilor. Situaţii similare se întîlnesc în regiunea Baia Mare, unde andezitele primei faze de erupţii sînt străbătute de riolite, iar dacitele fazei a doua de erupţii (dacitul de Limpedea), de andezite. Piroclastitele acestora din urmă stau peste piroclastitele dacitice [11, 13]. Se poate considera deci că cineritele din Oltenia corespund fazei de erupţii care s-a manifestat la finele paleogenului şi în miocenul mediu, fază cunoscută şi în alte regiuni ale României. Aşadar, în timpul miocenului, au avut loc la exteriorul Carpaţilor, erupţii vulcanice de acelaşi tip cu cele de la interiorul acestora, dar de amploare diferită.

BIBLIOGRAFIE

1. Atanasiu, I. Cineritele din Neogenul românesc şi vîrsta erupţiunilor vulcanice corespunzătoare. În: An. Com. Geol. **XXV**. Bucureşti, 1949.
2. Athanasiu, S. Asupra prezenţei tufului dacitic sau Palla în formaţiunea saliferă miocenă din Moldova de nord. În: Bul. Soc. Ştiinţe **XI**, nr. 1, 1906.
3. Athanasiu, S. Asupra prezenţei cenuşelor andezitice în stratele sarmatice din partea de sud a Moldovei. În: D.d.S. Inst. Geol. **II**, 1911.
4. Cioflică, Gr. Studiul geologic şi petrografic al formaţiunilor eruptive de la Băiţa. În: An. Univ. I. C. Parhon Seria St. Naturii **XI**, Bucureşti, 1956.
5. Filipescu, M. G. Problema vulcanismului extracarpatic. Muzeul Mineral. În: Geologie, **VIII**, nr. 1, 1943.
6. Keltelborn, F., şi Streckeisen, A. Pliozene Andezittuffe aus Aussenrand der rumänischen Karpaten. În: An. Inst. Geol. Rom., **XIX**, 1938.
7. Mateescu, S t. Cercetări geologice în partea externă a curburii sud–estice a Carpaţilor români. (R. Sărat). În: An. Inst. Geol., **XII**, 1927.
8. Mrazec, L. şi Teisseyre, W. Aperçu geologique sur les gisements de sel de Roumanie. În: Moniteur du Pétrole Roum., **III**, 1902.
9. Murgoci, G. Terţiarul din Oltenia. În: An. Inst. Geol. **I**, 1908.
10. Papiu, V. C. Erupţii vulcanice submarine. Ed. ştiinţifică. Bucureşti, 1956.
11. Pavelescu, L. Cercetări geologice şi petrografice în regiunea Capnic. În: D. d. S. **XXXVIII** Comit. Geol. Bucureşti, 1953.
12. Preda, D. M. Geologia regiunii subcarpatice din partea de sud a districtului Bacău. În: An. Inst. Geol., **VII**, 1917.
13. Rădulescu, D. Asupra studiului chimismului rocilor vulcanice tinere din cadrul zonei interne a arcului carpatic. Acad. R. P. R. În: Rev. Geol. Geogr. **IV**, 2, Bucureşti, 1960.
14. Răileanu, Gr. Geologie generală. Ed. tehnică, Bucureşti, 1959.
15. Simionescu, I. Sur la présance des cendres andésitiques à la base du Sarmatien de Dorohoi. În: Bul. Scient. Acad. Roum. **VII**, 1921.
16. Stanciu, V. Raport asupra lucrărilor pe teren în regiunea Rîm. Vîlcea–Ocnele Mari: În: D. d. S. Com. Geol., 1951.
17. Voiteşti, P. I. Sur l'existence d'un cône volcanique de cendres dacitiques à Ocnele Mari (Vîlcea) În: C. R. Acad. Scien. **II**., 1938.
18. Wahlstrom, E. E. Petrographic Mineralogy. Colorado-London, 1955.

Interpretarea statistico-matematică şi analiza armonică a prospecţiunilor geofizice. II

D. Milcoveanu

FUNCŢIA DE CORELAŢIE ÎNCRUCIŞATĂ

S-a văzut că funcţia de autocorelaţie este legată de similitudinea dintre o formă a funcţiei aleatorii studiate şi un aspect deplasat pe abscisă, al aceleiaşi funcţii aleatorii. Calculul se poate însă aplica şi asupra a două funcţii aleatorii, care nu sînt identice, de exemplu, asupra corelaţiei dintre conţinutul în metal al unui filon şi unul din indicii acestuia (grosime, greutate specifică etc.) sau asupra corelaţiei dintre conţinutul în două metale (de pildă, Au şi Ag) al unui filon sau asupra corelaţiei dintre anomalia gravimetrică şi cea magnetică, relative la aceeaşi cauză perturbantă (N. S. Neidell, 1966), sau asupra corelaţiei dintre o anomalie gravimetrică sau magnetică, efectiv măsurată pe teren, şi mai multe modele teoretice de anomalii gravimetrice sau magnetice conţinute într-un album (Milcoveanu, 1969). În sfîrşit, menţionăm, ca exemplu, tehnica de corelare dintre înregistrările carotajului electric sau radioactiv a două găuri de sondă diferite. Cu alte cuvinte, operaţia de corelaţie încrucişată cercetează datele observate în raport cu un mesaj precis, realizînd funcţia de corelaţie încrucişată, care este proporţională cu probabilitatea apariţiei modelului în datele observate.

Ţinînd seama de cele expuse la studiul funcţiei de autocorelaţie se poate spune că formula de definiţie a funcţiei de corelaţie încrucişată este pentru cazul unidimensional:

$$C_c(r) = \frac{1}{N-r} \sum_{i=0}^{N-r} \Phi_i F_{i+r}, \quad (r = 0,1,2,..m)$$

în care:

$C_c(r)$ reprezintă funcţia de corelaţie încrucişată;

$\Delta l = \frac{L}{N}$ — intervalul de probare stabilit pe baza aceloraşi consideraţii ca şi pentru funcţia de autocorelaţie;

L — lungimea totală a profilului interpretat;

N — numărul de măsurări considerate, adică numărul total de probări;

$l = r.\Delta l$ cu $r = 0,1,2...m$ — abscisa punctului de calcul; ca şi în cazul funcţiei de autocorelaţie, se recomandă (Blakman şi Tukey, 1959) pentru m valoarea $m \leq 15\%$ din N (număr total de probări);

F_{i+r} — valorile probelor (măsurărilor), cîmpului potenţial de exemplu, conform figurii 1.

Φ_i — funcţia cu care comparăm, respectiv corelăm, funcţia iniţială F_{i+r} cu $r = 0,1,2 \ldots m$.

Dacă valoarea funcţiei de corelaţie încrucişată definită anterior se împarte cu produsul funcţiilor corelate pentru $r = 0$, se obţine funcţia de corelaţie încrucişată normată, avînd atunci un sens fizic probabilistic:

$$C_{c\,\mathrm{norm}}(r) = \frac{C_c(r)}{\left[\frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} F_i^2 \cdot \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} \Phi_i^2\right]^{1/2}} \quad (r = 0, 1, 2, ..m)$$

Este indicat ca, în loc de valorile cîmpurilor potenţiale F_{i+r} şi Φ_i, din expresiile de mai sus, să se utilizeze abaterile de la valorile medii, calculate pentru toate probările N, adică să se introducă în relaţiile de mai sus valorile:

$$\delta_{i+r} = F_{i+r} - \overline{F} \text{ şi } \rho_i = \Phi_i - \overline{\Phi}.$$

Sînt valabile atunci expresiile:

— pentru funcţia de corelaţie încrucişată:

$$C_c(r) = \frac{1}{N-r} \sum_{i=0}^{N-r} \rho_i \delta_{i+r} \quad (r = 0, 1, 2 \ldots m)$$

— pentru funcţia de corelaţie încrucişată normată:

$$C_{c,\,\mathrm{norm}}(r) = \frac{C_c(r)}{\left[\frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} \delta_i^2 \cdot \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} \rho_i^2\right]^{1/2}}$$

Această corectare îmbunătăţeşte aspectele rezultatelor analizei statistice, făcîndu-le, în general, mai clare.

Corelaţia încrucişată poate fi interpretată ca un mijloc de măsurare a similitudinii dintre funcţiile $F(l)$ şi $\Phi(l)$. Prin urmare, această funcţie este un grafic al similarităţii dintre cele două funcţii, în raport sau în funcţie de distanţa de decalare dintre ele. Cu alte cuvinte, operaţia de corelare în cruce constă din înmulţirea ordonatelor a două profiluri, pentru un anumit decalaj în spaţiu între ele, şi din însumarea produselor obţinute, evident pentru decalajul considerat. Noul profil obţinut se mai numeşte corelogramă sau variogramă încrucişată, iar maximele acesteia exprimă grade de înaltă corelare liniară sau de coerenţă sau, în fine, gradul de similaritate, iar noi vom spune probabilitatea de apariţie a funcţiei $\Phi(l)$ în conţinutul funcţiei iniţiale $F(l)$.

În cazul inexistenţei unei asemănări, funcţia rezultată este nulă sau tinde către zero. Eficienţa corelării poate fi mărită prin corelare pe o perioadă mai mare.

Ca şi pentru calculul funcţiei de autocorelaţie unidimensională pentru calculul funcţici de corelaţie unidimensională încrucişată se pot utiliza două sisteme, şi anume:

Sistemul grafo-analitic

Considerînd formula de definiţie a funcţiei de corelaţie în cruce $C_c(r)$, precum şi profilurile $F(l)$ şi $\Phi(l)$, reprezentate în figura 5, unul dintre acestea $F(l)$, reprezintă rezultatul probelor (măsurărilor) unui cîmp potenţial, iar celălalt, $\Phi(l)$, funcţia cu care se corelează prima.

Rezută că trebuie efectuate următoarele însumări:

$$r = 0;\ C_c(0) = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} \Phi_i F_i =$$

$$= \frac{1}{N}\left[\Phi_0 F_0 + \Phi_1 F_1 + \ldots + \Phi_N F_N\right]$$

$$r = 1;\ C_c(1) = \frac{1}{N-1}\sum_{i=0}^{N-1} \Phi_i F_{i+1} =$$

$$= \frac{1}{N-1}\left[\Phi_0 F_1 + \Phi_1 F_2 + \ldots + \Phi_{N-1} F_N\right]$$

$$r = 2;\ C_c(2) = \frac{1}{N-2}\sum_{i=0}^{N-2} \Phi_i F_{i+2} =$$

$$= \frac{1}{N-2}\left[\Phi_0 F_2 + \Phi_1 F_3 + \ldots + \Phi_{N-2} F_N\right]$$

$$r = m;\ C_c(m) = \frac{1}{N-m}\sum_{i=0}^{N-m} \Phi_i F_{i+m} = \frac{1}{N-m}$$

$$\left[\Phi_0 F_m + \Phi_1 F_{m+1} + \ldots . \Phi_{N-m} F_N\right]$$

Pentru efectuarea concretă a calculelor se poate construi un tablou; numărul m reprezintă, ca şi mai înainte, circa 15% din numărul total N de probări efectuate.

Pentru calculul expresiei normate, se introduce la numitor valoarea expresiei:

$$\left[\sum_{i=0}^{N} \Phi_i^2 \cdot \sum_{i=0}^{N} F_i^2\right]^{1/2}.$$

După cum s-a mai arătat, se pot introduce în calcul abaterile de la valorile medii, adică δ_i şi ρ_{i+r}, rezultatele fiind în acest caz, îmbunătăţite.

Sistemul grafic

În figura 6 este reprezentat schematizat procedeul grafic de lucru pentru un număr scăzut de probări, şi anume pentru cinci probări. Pe baza valorilor extrase din aceste grafice se construiesc următoarele sume, de unde valorile funcţiilor de corelaţie încrucişată simplă şi normată:

$$r = 0;\ \sum_{i=0}^{5} \Phi_i F_i = \Phi_0 F_0 + \Phi_1 F_1 + \ldots + \Phi_5 F_5$$

$$C_c(0) = \frac{1}{5}\sum_{i=0}^{5} \Phi_i F_i, \text{ respectiv: } C_{c,\mathrm{norm}}(0) =$$

$$= \frac{C_c(0)}{\frac{1}{5}\left[\sum_{i=0}^{5} \Phi_i^2 \cdot \sum_{i=0}^{5} F_i^2\right]^{1/2}}$$

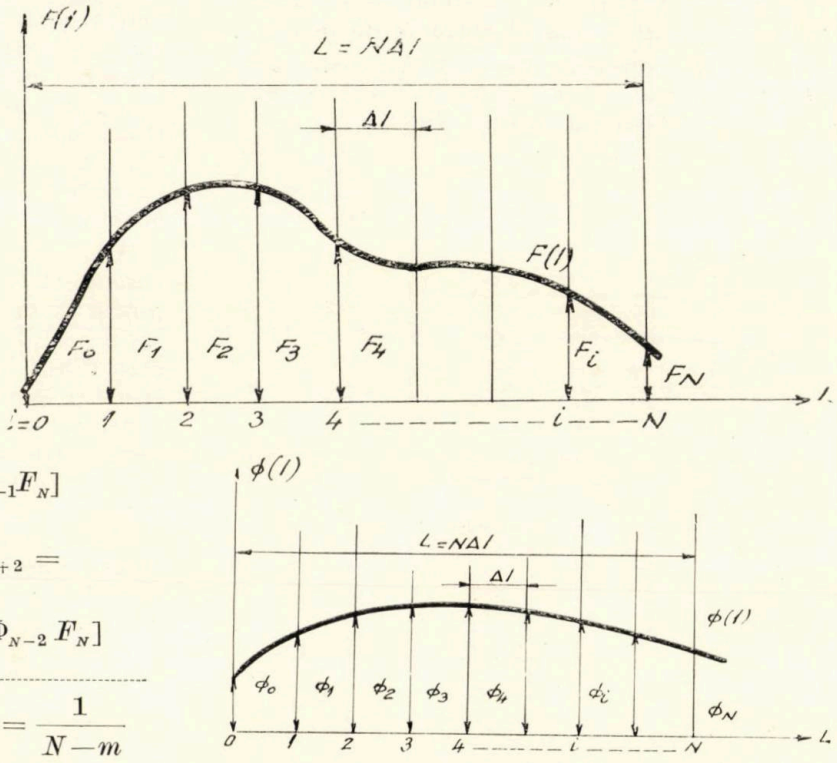


Fig. 5. Funcţiile $F(l)$ şi $\Phi(l)$ care se corelează în cruce.

$$r = 1\ ;\ \sum_{i=0}^{4} \Phi_i F_{i+1} = \Phi_0 F_1 + \Phi_1 F_2 + \ldots + \Phi_4 F_5$$

$$C_c(1) = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^{4} \Phi_i F_{i+1},\ \text{respectiv}: C_{c,\text{norm}}(1) =$$

$$= \frac{C_c(1)}{\frac{1}{5}\left[\sum_{i=0}^{5} \Phi_i^2 \cdot \sum_{i=0}^{5} F_i^2\right]^{1/2}}$$

$$r = 2\ ;\ \sum_{i=0}^{3} \Phi_i F_{i+2} = \Phi_0 F_2 + \Phi_1 F_3 + \ldots + \Phi_3 F_5$$

$$C_c(2) = \frac{1}{3} \sum_{i=0}^{5} \Phi_i F_{i+2},\ \text{respectiv}:\ C_{c,\text{norm}}(2) =$$

$$= \frac{C_c(2)}{\frac{1}{5}\left[\sum_{i=0}^{5} \Phi_i^2 \cdot \sum_{i=0}^{5} F_i^2\right]^{1/2}}$$

$$r = 3\ ;\ \sum_{i=0}^{2} \Phi_i F_{i+3} = \Phi_0 F_3 + \Phi_1 F_4 + \Phi_2 F_5$$

$$C_c(3) = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{2} \Phi_i F_{i+3},\ \text{respectiv}: C_{c,\text{norm}}(3) =$$

$$= \frac{C_c(3)}{\frac{1}{5}\left[\sum_{i=0}^{5} \Phi_i^2 \cdot \sum_{i=0}^{5} F_i^2\right]^{1/2}}$$

De reţinut faptul că r trebuie să fie aproximativ 15% din numărul total N de probări.

Funcţia de corelaţie încrucişată normată se reprezintă grafic ca în figura 7, în care, evident, sînt considerate valori fictive.

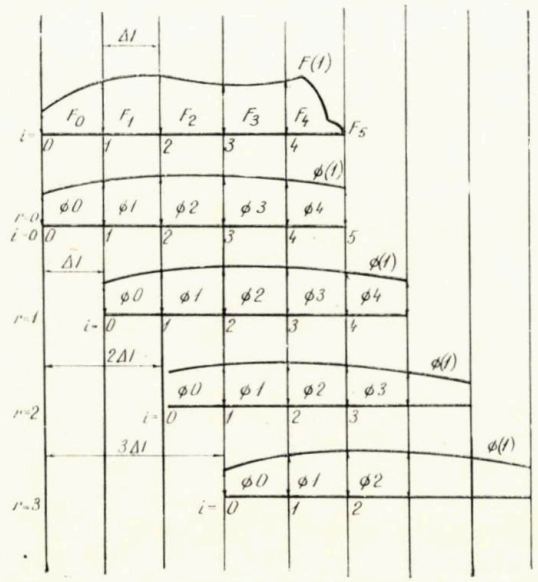


Fig. 6. Sistemul grafic pentru determinarea funcţiei de corelaţia încrucişată.

Se poate întocmi o metodologie pentru calculul unei funcţii de corelaţie încrucişată bidimensională, adică între două hărţi cu valori înregistrate. Este evident că o astfel de lucrare, mai laborioasă decît precedentele, va prezenta un conţinut informaţional mult mai mare.

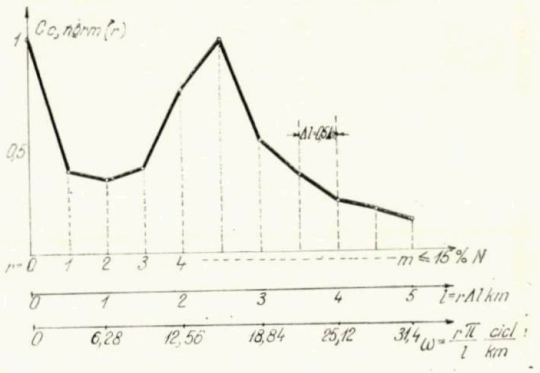


Fig. 7. Reprezentarea grafică a funcţiei de corelaţie încrucişată.

Concluzii

S-au dat multe interpretări fizice funcţiei de corelaţie încrucişată. Astfel, unii cercetători (N. A. Anstey, 1964) menţionează următoarele despre procesul de corelaţie încrucişată: aceasta reprezintă un grafic al similarităţii dintre cele două funcţii corelate ca funcţie de decalajul dintre ele; funcţia de corelaţie încrucişată conţine numai acele frecvenţe comune ambelor funcţii corelate; corelaţia încrucişată reuşeşte mai bine atunci cînd funcţiile corelate constau din mai multe cicluri; corelaţia încrucişată faţă de o funcţie arbitrară este echivalentă cu trecerea printr-un filtru, de unde propunerea de a denumi acest procedeu, operator liniar, cu toate caracteristicile acestor tipuri de operatori.

Alţi cercetători (D. C. Fraser, 1966) consideră că operaţia de corelaţie în cruce poate fi interpretată ca un mijloc de măsurare a similitudini dintre două funcţii. Dacă cele două funcţii corelate sînt identice, pentru un anumit decalaj, valoarea funcţiei de corelaţie încrucişată va lua o valoare pozitivă mare, iar dacă cele două funcţii corelate vor fi foarte deosebite, valoarea funcţiei de corelaţie încrucişată va lua o valoare mică.

Autorul prezentei lucrări (Milcoveanu, 1969) aderă la interpretarea probabilistică a funcţiei de corelaţie încrucişată, în sensul că, dacă corelăm valorile unei funcţii potenţiale oarecare, măsurate efectiv pe teren, cu funcţiile potenţiale teoretice aflate, de exemplu, într-un album de anomalii teoretice, funcţia de corelaţie încrucişată calculată va indica probabilitatea apariţiei modelului în conţinutul funcţiei potenţiale măsurate sau, cu

alte cuvinte, valoarea funcției de corelație încrucișată va avea valoarea cea mai mare pentru similitudinea cea mai ridicată dintre cele două funcții corelate, de unde posibilitatea indentificării unui model teoretic optim, care este cvasisimilar, cu corpul perturbant din subsol. Reiese de aici importanța practică a unui album de anomalii teoretice cu care să se compare măsurările de teren.

În sfîrșit, vom opina că operatorul corelației încrucișate se impune în tehnica interpretărilor geofizice, cîmpuri potențiale sau înregistrări seismice, el stabilind lipsa sau prezența legăturii corelative, adică a similarității între valorile observate și acelea teoretice și cunoscute.

SPECTRUL DE PUTERE

Numeroase analize statistice efectuate în geofizică și în meteorologie au arătat că rezultate deosebite se obțin atunci cînd sînt utilizate pentru interpretare nu funcțiile de autocorelație, ci spectrele de putere ale funcțiilor (înregistrărilor) studiate. Menționăm că un spectru de putere se calculează, după cum am specificat și la studiul funcției de autocorelație, numai după eliminarea din hartă sau din profilul respectiv a efectelor regionale și a anomaliilor evidente, astfel încît să rămînă pentru studiul statistic numai aspectul aleatoriu al măsurărilor.

Semnificația fizică și valoarea unui spectru de putere aferent unui profil se explică ușor considerînd în profilul respectiv suprapunerea unui număr infinit de unde sinusoidale, avînd fiecare amplitudini și lungimi de undă diferite. Cîteva dintre aceste amplitudini pot fi destul de mari pentru a fi ușor vizibile însă mai sînt și amplitudini, inițial proeminente, care după amestecare au fost micșorate. Aceste amplitudini pot fi importante pentru interpretare și evidențierea lor nu poate fi făcută decît pe baza spectrului de putere.

Este știut că funcția de autocorelație și spectrul de putere formează, conform teoremei lui Wiener-Kintchine, o pereche de transformate Fourier. Ele conțin aceeași informație descrisă însă în mod diferit, respectiv în două domenii diferite, adică al distanțelor și al frecvențelor.

Rezultă de aici posibilitatea deducerii spectrului de putere plecînd de la funcția de autocorelație.

Calculul unui spectru de putere se face în modul următor:

I. Spectrul de putere unidimensional

Formula de calcul al spectrului de putere corespunzător unei probări unidimensionale (profil), dedusă pe baza teoremei lui Wiener-Kintchine și indicată de Blackman și Tukey (1959), este standardizată și este următoarea:

$$P(r) = \Delta l \left\{ C_A(0) + 2\sum_{p=1}^{m-1} C_A(p) \cos \frac{pr\,\pi}{m} + \right.$$
$$\left. + C_A(m) \cos r\pi \right\} \quad (r = 0,1,\ 2 \ldots\ m),$$

în care:

$P(r)$ reprezintă valorile discrete ale spectrului de putere;

$\Delta l = \frac{L}{N}$ — intervalul de probare definit la studiul funcției de autocovarianță;

L — lungimea totală a profilului studiat;

N — numărul total de probări (măsurări);

$m \leqslant 15\%$ din N — numărul fix de puncte de calcul al spectrului de putere, definit la studiul funcției de autocovarianță;

$C_A(0), C_A(p)$ pentru p = $=1 \ldots (m-1)$ și $C_A(m)$ — valorile discrete ale funcțiilor de autocovarianță, definite la studiul acestor funcții;

Desfășurînd însumarea de mai sus, se obține următorul sistem de relații:

$$r = 0;\ P(0) = \Delta l \left\{ C_A(0) + 2 \left[C_A(1) \cos \frac{1.0.\pi}{m} + \right.\right.$$
$$+ C_A(2) \cos \frac{2.0.\pi}{m} + \ldots + C_A(m-1) \cos \frac{(m-1).0.\pi}{m} \left.\right] +$$
$$\left. + C_A(m) \cos 0.\pi \right\}$$

$$r = 1;\ P(1) = \Delta l \left\{ C_A(0) + 2 \left[C_A(1) \cos \frac{1.1.\pi}{m} + \right.\right.$$
$$+ C_A(2) \cos \frac{2.1.\pi}{m} + \ldots + C_A(m-1) \cos \frac{(m-1).1.\pi}{m} \left.\right] +$$
$$\left. + C_A(m) \cos 1.\pi \right\}$$

$$r = 2;\ P(2) = \Delta l \left\{ C_A(0) + 2 \left[C_A(1) \cos \frac{1.2.\pi}{m} + \right.\right.$$
$$+ C_A(2) \cos \frac{2.2.\pi}{m} + \ldots + C_A(m-1) \cos \frac{(m-1).2.\pi}{m} \left.\right] +$$
$$\left. + C_A(m) \cos 2\pi \right\}$$

$$r = m;\ P(m) = \Delta l \left\{ C_A(0) + 2 \left[C_A(1) \cos \frac{1.m.\pi}{m} + \right.\right.$$
$$+ C_A(2) \cos \frac{2.m.\pi}{m} + \ldots + C_A(m-1) \cos \frac{(m-1).m.\pi}{m} \left.\right] +$$
$$\left. + C_A(m) \cos m\pi \right\}$$

Spectrul de putere calculat pentru un profil, în $m \leqslant 15\%$ N puncte diferite, se diagramează sub forma unei densități $P(r)\ /\Delta l$ a spectrului de putere. În figura 8 este prezentată, evident pentru valori fictive, o reprezentare a densității spectrului de putere corespunzătoare unui profil al unui cîmp potențial măsurat (probat).

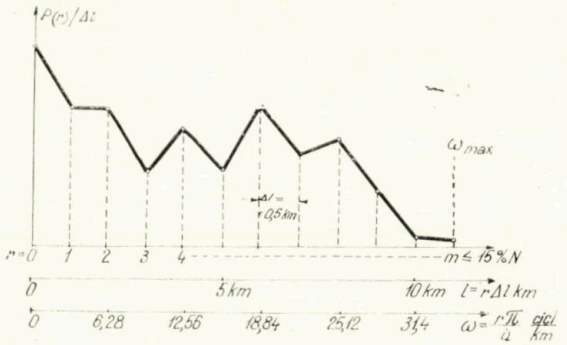


Fig. 8. Reprezentarea grafică a densității spectrului de putere.

Avînd în vedere structura funcției de autocovarianță, rezultă că dimensiunile valorilor unei densități de spectru de putere sînt, de exemplu, γ^2/ciclu. km sau mgal ^{2}/ciclu·km.

Pe baza profilului reprezentat în figura 8 se poate efectua verificarea condiției lui Kotelnicov, care ne va conduce la valoarea optimă a intervalului de probare Δl. După cum se știe, exprimarea matematică a condiției lui Kotelnicov este :

$$\Delta l = \frac{1}{2f_{max}},$$

în care :

Δl este intervalul de probare ;

f_{max} — frecvența cea mai înaltă cuprinsă în înregistrarea efectuată.

După cum se știe :

$$\omega_{max} = 2\pi f_{max},$$

iar ω_{max} se determină din diagrama din figura 8.

Rezultă atunci pentru condiția lui Kotelnicov :

$$\Delta l \approx \frac{\pi}{\omega_{max}},$$

de unde posibilitatea verificării intervalului de probare ales.

II. Spectrul de putere bidimensional

Pentru calculul spectrului de putere corespunzătoare unei hărți, se efectuează o generalizare a relației de definiție a spectrului de putere unidimensional, și anume :

$$P(r,s) = \Delta l^2 \left\{ C_A(0,0) + 2 \sum_{p=1}^{m-1} \sum_{q=1}^{m-1} C_A(p,q) \cos \frac{pr\pi}{m} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \cos \frac{q.s.\pi}{n} + C_A(m,n) \cos r\pi \cos s\pi \right\},$$

în care :

$r, s = 0, 1, 2 \ldots m, n$ și $m \leqslant 15\%\ N$, respectiv $n \leqslant 15\%\ N$.

Unitățile de măsură ale unui astfel de spectru de putere vor fi, de exemplu : γ^2/ ciclu·km^2 sau mgal ^{2}/ciclu·km^2.

Concluzii

Concepția fizică a spectrului de putere este că acesta are un sens numai dacă este pozitiv.

De asemenea, despre spectrul de putere se fac următoarele considerații :

— spectrul de putere este un indice al distribuției puterii după frecvență sau, cu alte cuvinte, este o măsură a distribuției spectrale a puterii funcției aleatorii inițiale (funcția potențială), înregistrată și analizată, luîndu-se în considerație toate valorile variabile $l = r.\Delta l$ cu $r = 0, 1, 2, \ldots m$;

— dacă spectrul de putere are o valoare constantă, el poartă numele de zgomot alb ;

— dacă spectrul de putere variază cu frecvența, se spune că zgomotul prezintă coerență;

— variațiile periodice ale spectrului de putere indică direcții și amplitudini ale unor fenomene periodice, care s-ar afla în subsol și care nu ar putea fi evidențiate printr-o simplă analiză a hărții inițiale ;

— spectrul de putere și funcția de autocorelație formează o pereche de transformate Fourier, conținînd aceeași informație însă descrisă în mod diferit.

Prin introducerea spectrului de putere, s-a asociat un spectru discret funcției de autocorelație.

S-a ajuns la concluzia că studiile și interpretările efectuate pe baza spectrului de putere sînt foarte importante și pline de conținut.

Funcția de autocorelație și spectrul de putere se prezintă ca două instrumente extrem de eficiente, pentru studierea proprietăților energetice ale unui proces efectuat, de exemplu, filtrarea sau prelungirea analitică.

SPECTRUL DE FRECVENȚĂ

Cunoașterea funcției $\overline{S(\omega)}$, care reprezintă spectrul de frecvență sau spectrul complex al unei funcții aleatorii înregistrate, de exemplu o funcție potențială măsurată, dă posibilitatea de a cunoaște reprezentarea spectrală a funcției aleatorii respective, ceea ce permite realizarea unei interpretări de calitate.

Vom prezenta formalismul grafo-analitic pentru calculul unui astfel de spectru de frecvență, avînd la bază o înregistrare (probare) $F(l)$, care devine variabilă aleatorie digitalizată.

Pînă în prezent nu se interpretează decît profilele unidimensionale ale spectrelor de frecvență.

Este cunoscută formula generală, aspectul digitalizat, care definește spectrul de frecvență:

$$\overline{S(\omega)} = \sum_{r=0}^{N} F(r\Delta l) \exp(-i\,\omega\, r\Delta l)$$

sau:

$$\overline{S(\omega)} = \sum_{r=0}^{N} F(r\Delta l) \cos(\omega r\Delta l) - i \sum_{r=0}^{N} F(r\Delta l) \sin(\omega\, r\,\Delta\, l)$$

și notînd:

$$\sum_{r=0}^{N} F(r\Delta l) \cos(\omega r\Delta l) = R \text{ și}$$

$$-\sum_{r=0}^{N} F(r\Delta l) \sin(\omega r\Delta l) = I$$

rezultă expresia compactă:

$$\overline{S(\omega)} = R + iI$$

Am văzut că pe baza intervalului de probare Δl adoptat, se cunoaște frecvența de repetiție:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{\Delta l}.$$

care, conform teoremei lui Kotelnicov, are o valoare mai mare decît cea mai înaltă frecvență ω_{max}, aflată în spectrul calculat pe baza înregistrării studiate, adică:

$$\omega_0 \geqslant 2\,\omega_{max}$$

În acest caz este suficient să calculăm spectrul de frecvență numai pentru valorile ω indicate mai jos:

$0;\ \omega_0/8;\ \omega_0/4;\ 3\omega_0/8,\ \omega_0/2;\ 5\omega_0/8;\ 3\omega_0/4;\ 7\omega_0/8;\ \omega_0$

Vom calcula cei doi termeni R și I, definiți pentru valorile ω indicate și, de exemplu, pentru înregistrarea din figura 1.

Pentru valoarea: $\omega = 0$

$$R_0 = F_0 + F_1 + F_2 + \ldots.$$

și

$$I_0 = 0$$

Pentru valoarea: $\omega = \omega_0/8$

$$R_{\omega 0/8} = F_0 + \frac{\sqrt{2}}{2} F_1 + 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} F_3 + \ldots$$

și

$$I_{\omega 0/8} = 0 - \frac{\sqrt{2}}{2} F_1 - F_2 - \frac{\sqrt{2}}{2} F_3 - \ldots$$

Pentru valoarea $\omega = \omega_0/4$

$$R_{\omega 0/4} = F_0 + 0 - F_2 + 0$$

și

$$I_{\omega 0/4} = 0 - F_1 - 0 + F_3$$

ș. a. m. d. pentru celelalte valori ale lui ω.

Componentele spectrului de frecvență sînt reprezentate grafic în figurile 9 și 10.

SPECTRUL DE FAZĂ SIMPLĂ

Pentru a determina spectrul de fază simplă, mărime spectrală denumită și argumentul înregistării, se folosește relația de definiție:

$$\rho(\omega) = \text{arc tg} \frac{I(\omega)}{R(\omega)}.$$

Reprezentarea spectrală a acestei mărimi este dată în fig. 11.

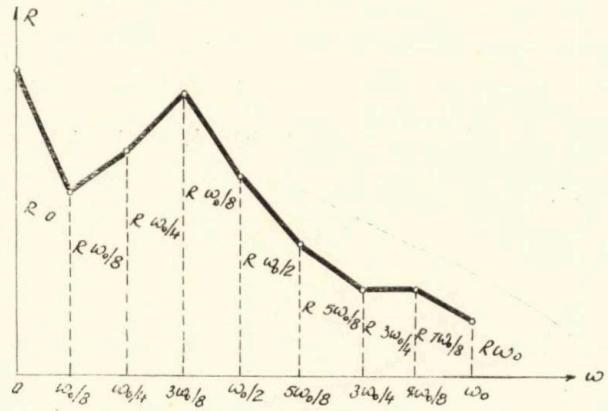


Fig. 9. Reprezentarea componentei R a spectrului de frecvență.

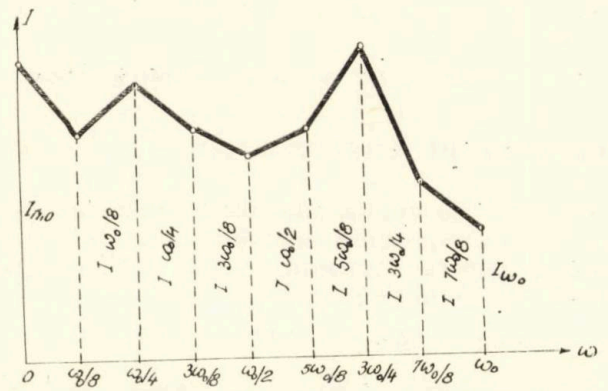


Fig. 10. Reprezentarea componentei I a spectrului de frecvență.

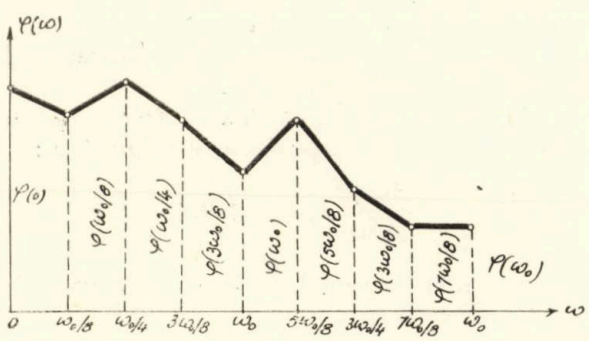


Fig. 11. Reprezentarea spectrului de fază simplă.

După cum se vede, spectrul de fază simplă se determină pentru aceleaşi frecvenţe ca şi spectrul de frecvenţă.

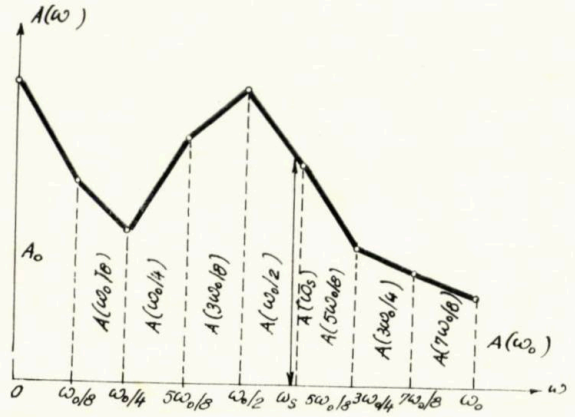


Fig. 12. Reprezentarea spectrului de amplitudine.

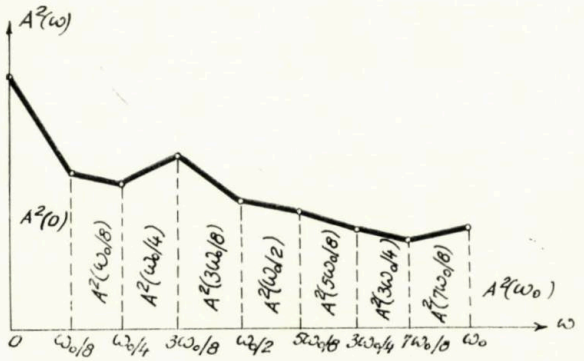


Fig. 13. Calculul energiei unui proces înregistrat (probat).

SPECTRUL DE AMPLITUDINE

Spectrul de amplitudine sau modulul funcţiei înregistrate reprezintă modulul spectrului complex şi pentru determinarea lui se foloseşte relaţia de definiţie :

$$A(\omega) = |S(\omega)| = [R^2(\omega) + I^2(\omega)]^{1/2}$$

Reprezentarea grafică a acestei mărimi spectrale, calculată pentru aceleaşi frecvenţe caracteristice ca şi anterior, este prezentată în figura 12.

O dată cu reprezentarea grafică a spectrului de amplitudine se verifică şi condiţia lui Kotelnicov, şi anume :

Se ia din figura 12 valoarea frecvenţei ω_s, pentru care este respectată inegalitatea :

$$\frac{A(\omega_s)}{A(0)} \leqslant 0{,}7 \div 0{,}8,$$

şi atunci inegalitatea lui Kotelnicov care trebuie satisfăcută este :

$$\omega_0 \geqslant 2\omega_s$$

ENERGIA PROBĂRII

Energia procesului înregistrat $F(l)$ este definită, după cum se ştie, de integrala :

$$E = \frac{1}{\pi}\int_0^{\infty} A^2(\omega).d\omega \approx \frac{1}{\pi}\int_0^{\omega_0} A^2(\omega).d\omega,$$

adică, energia unui proces oarecare înregistrat (probat) se calculează integrînd spectrul pătratelor amplitudinilor. Această metodă este o consecinţă a teoremei lui Parseval.

Prin urmare se reprezintă grafic spectrul pătratelor amplitudinilor, ca, de exemplu, în figura 13, şi apoi, printr-un procedeu oarecare, se evaluează suprafaţa din figură, ceea ce conduce, conform formulei de definiţie, la valoarea energiei probării.

Energia procesului se mai notează şi cu I, ceea ce vrea să spună că energia acestuia este similară cu intensitatea fizică a acestuia.

CONCLUZII GENERALE

Au fost prezentate în această lucrare metodele efective de calcul grafic şi analitic al mărimilor, funcţia de autocorelaţie şi de corelaţie încrucişată, precum şi a mărimilor spectrale cunoscute : spectrul de putere, spectrul de frecvenţă, spectrul de fază simplă şi, în sfîrşit, de amplitudine. În afară de aceste mărimi, au fost prezentate şi metodele de determinare analitică a parametrilor caracteristici funcţiilor aleatorii, şi anume : speranţa matematică, dispersia, abaterea standard şi mărimea : $\chi^2(r)$.

Toate aceste mărimi sînt utile unui proces de interpretare calitativă şi cantitativă a unei probări (înregistrări) făcute pe teren şi relativă la un cîmp potenţial sau la o serie de urme seismice.

Interpretarea, condusă pe baza mărimilor spectrale studiate în această lucrare, va constitui obiectul unui alt articol.

BIBLIOGRAFIE

1. Blackman, R. B. şi Tukey, I. W. The measurement of power spectra from the point of view of comunications engineering. În : The Bell Syst. Tech. Jour. nr. 1, 2, 1958.
2. Horton, C. W., Hempkins, W. B. şi Hoffman, A., A statistical analysis of some aeromagnetic maps from the northwestern canadian shield. În : Geophysics, nr. 4, 1964.
3. Neidell, N. S. Spectral studies of marine geophysical profiles. În : Geophisics, nr. 1, 1966.
4. Fraser, D. C. Fuler, B. D. şi Ward, S. H. Some numerical techniques for application in mining exploration. În : Geophysics, nr. 6, 1966.
5. Anstey, N. N. Corelation technique. În : A review. Geophysical Prospecting, nr. 4, 1964.
6. Milcoveanu, D. Album contenant des nouveaux modèles d'anomalies gravimètriques ; grandeurs g, g_x, g_z, et g_{zz}. Exemple d'utilisation. Comunicare prezentată la cel de al 31-lea simpozion al lui European Association of Exploration Geophysicists, mai 1969, Veneţia-Italia.

Procedee şi dispozitive pentru determinarea formaţiunilor geologice absorbante deschise prin sonde

D. Ştefănescu

Dat fiind faptul că în procesele de săpare a sondelor de ţiţei şi de gaze se produc în anumite formaţiuni geologice pierderi de fluide de foraj, iar determinarea acestor zone constituie obiectivul principal, pentru aplicarea ulterioară a lucrărilor de blocare, s-a considerat indicat să se redea în continuare procedeele şi dispozitivele utilizate în acest scop.

1. Procedee şi dispozitive de lucru

Actualele procedee şi dispozitive utilizate pentru determinarea formaţiunilor geologice absorbante pot fi grupate în două mari categorii.

A. directe;

B. indirecte.

Din prima categorie, care constituie de fapt cel mai variat şi extins domeniu, procurarea informaţiilor se realizează cu ajutorul dispozitivelor introduse în găurile de sonde cu cablu sau cu ajutorul garniturilor de prăjini de foraj sau de extracţie. A doua categorie obţine informaţiile chiar în timpul săpării, fără a utiliza dispozitive de fund.

A. *Procedee directe*

Din această grupă s-au conceput şi se folosesc multiple procedee şi dispozitive de lucru, care se bazează pe:

a — măsurarea debitelor cu ajutorul diferitelor tipuri de debitmetre;

b — determinarea temperaturilor prin intermediul termometrelor cu mercur sau al celor cu rezistenţe electrice;

c — stabilirea valorilor de rezistivitate utilizîndu-se rezistivimetrele obişnuite sau cele prevăzute cu camere de ejectare a unor fluide cu rezistivităţi diferite de cele existente în găurile de sonde;

d — urmărirea efectelor radioactive cu electrodele clasice de carotaj radioactiv sau acelea dotate cu dispozitive de ejectare a izotopilor radioactivi;

e — determinarea vitezelor de curgere cu dispozitive prevăzute cu membrane flexibile echipate cu traductori de presiune, inductivi sau tensometrici;

f — utilizarea pacherelor.

a. Prin măsurarea debitelor se obţin informaţii asupra zonelor absorbante folosindu-se anumite dispozitive cunoscute sub numele de debitmetre sau contoare de fund. Acestea sînt destinate, în special, determinării profilelor de productivitate sau de receptivitate la sondele de exploatare, dar în anumite cazuri se utilizează şi în acest scop.

Datorită complexităţii fenomenelor din subteran şi al condiţiilor tehnice din sonde, debitmetrele specifice acestor tipuri de măsurări sînt de diferite forme şi dimensiuni.

Principiile de funcţionare care stau la baza actualelor dispozitive utilizate îl constituie sistemele de telemăsurare electrică. Telemăsurarea constă în aceea că prin canalul de legătură se realizează transmiterea valorilor electrice ale parametrilor măsuraţi, consecinţă a existenţei sistemului de comandă compus din: elementul de măsură, traductorul, canalul de legătură şi receptorul.

După modul de funcţionare, elementele de măsurare se grupează în: elemente cu variaţie constantă; cu variaţie alternativă (cu arc şi piston); de mare viteză (morişcă, elice, rotori, palete pivotate) şi termistori. Ca traductori cei rezistivi, capacitivi, de impuls şi de frecvenţă cu semnalizare inductivă sau de contact sînt cei mai solicitaţi.

Legătura dintre traductor şi receptor se asigură prin conductoarele mono-sau multifilare sau prin însuşi corpul ţevilor de extracţie sau al prăjinilor de foraj. Ca receptor se folosesc instalaţiile transportabile sau cele staţionare, instalate la punctele de dispecer.

Majoritatea debitmetrelor existente în industria mondială de petrol sînt echipate sau neechipate cu pachere şi au ca elemente de măsurare, în special cele de mare viteză (rotoare, elice) sau termistoarele.

Elementele de detaliu pot fi urmărite în literatura de specialitate [3, 6, 8, 9, 14, 15, 19, 20, 22].

În privinţa utilizării debitmetrelor, pentru determinarea zonelor de pierdere, trebuie menţionat faptul că acestea prezintă dezavantaje constînd în nefuncţionarea elementelor de măsură, în special la cele în mişcare, atunci cînd fluidele de foraj se tratează cu agenţi de blocare. Dea semenea, un alt inconvenient

îl constituie faptul că nu pot decela pierderi reduse.

b. Determinarea temperaturilor se realizează cu ajutorul termometrelor cu mercur sau al celor echipate cu punți Wheatstone, în care rezistența variabilă poate fi „obișnuită" sau pe bază de termistoare. Acestea se introduc în găurile de sonde cu sîrmă sau cu ajutorul cablurilor mono- sau multifilare.

Pentru efectuarea măsurărilor, în scopul identificării zonelor absorbante, se procedează la stabilirea unui echilibru termic între formația geologică și fluidele de foraj. Atunci cînd se consideră că acestea au preluat temperatura formațiilor geologice, se efectuează o înregistrare de referință.

Diagrafia care se obține la prima măsurare și care redă gradientul termic natural, comparată cu următoarele diagrafii care se înregistrează după pomparea și după pierderea unor cantități de fluide de foraj reci sau încălzite, prin anomaliile care apar, oferă posibilitatea determinării formațiunilor geologice în care s-au produs pierderile [3, 7, 11, 18, 22].

Dezavantajele măsurărilor de temperatură sînt cauzate, în special, de valorile gradienților de temperatură, care trebuie să fie mari, și de cantitățile de fluide necesare a fi pompate pentru asigurarea unor anomalii pregnante.

c. Stabilirea valorilor de rezistivitate se realizează prin utilizarea rezistivimetrelor. Prin intermediul acestora se măsoară valorile de rezistivitate ale fluidelor existente în găurile de sonde. Cu toate că înregistrările se pot efectua și cu ajutorul rezistivimetrelor obișnuite, totuși în străinătate, pentru reducerea timpului de efectuare a lucrărilor și de micșorare a cantităților de fluide ce urmau a fi pompate, respectiv cu rezistivități diferite de ale celor din găurile de sonde, s-au construit dispozitive adecvate.

Prin introducerea celor două tipuri de rezistivimetre destinate acestor lucrări, se înlătură procedeul de împingere de la suprafață a unor pachete de fluide cu rezistivități diferite de al celor existente în gaura de sondă.

Primul tip de rezistivimetru posedă o cameră de ejectare a unor substanțe schimbătoare de rezistivitate. Acesta are în ansamblul său, la partea superioară și inferioară, la o distanță de 90 cm de camera de ejectare, cîte o pereche de electrozi amplasați pe tubul cilindric cauciucat care constituie și corpul dispozitivului.

Pentru determinarea zonelor absorbante se procedează, după introducerea dispozitivului la puț, la declanșarea de la suprafață a camerei de ejectare și la evacuarea unei cantități de substanță schimbătoare de rezistivitate. Dacă prin pomparea fluidului din sondă acesta ajunge în dreptul electrozilor, atunci modificările de rezistivitate oferă posibilitatea decelării sensului de curgere.

Prin deplasări și prin staționări succesive, urmate de ejectarea fluidului și de urmărirea drumului parcurs, se stabilesc zonele absorbante [16].

Al doilea dispozitiv, puțin modificat față de cel anterior descris, are un termometru înregistrator, iar cele două perechi de electrozi se găsesc amplasate sub camera de ejecție.

Pentru fixarea intervalului ce urmează a fi cercetat se procedează la înregistrarea inițială a unei termograme și a unei diagrafii de rezistivitate, după care se ejectează fluidul schimbător de rezistivitate și se efectuează prin stații măsurările [11, 15, 22, 24].

Dezavantajele acestor procedee constau în aceea că atunci cînd se folosesc rezistivimetrele obișnuite, lucrările care se execută sînt greoaie, necesitînd pomparea la puț a unor cantități mari de fluide și înregistrarea de diagrafii succesive pentru care se pierde timp mult. De asemenea, chiar atunci cînd se folosesc dispozitivele prevăzute cu camere de ejecție, care sînt mai comode, fluidele schimbătoare de rezistivitate trebuie să posede valori constante, mai mari cu cel puțin o cincime decît valoarea de rezistivitate a fluidelor de foraj existente la puț. Acestea trebuie să fie stabile la variațiile de temperatură, să nu congeleze sau să floculeze ca fluidele de foraj.

Alte inconveniente constau în faptul că, pentru efectuarea măsurărilor, fluidele de foraj trebuie să posede valori de rezistivitate mai mari de 1Ω m²/m. În acest sens se precizează că înregistrările nu se pot efectua acolo unde s-a săpat cu fluide de foraj pe bază de produse petroliere, apă sau fluide sărate.

d. Urmărirea efectelor radioactive se bazează pe utilizarea elementelor de detectare, constituite din electrode de carotaj radioactiv, și a elementelor de semnalizare, formate din radioizotopi.

Printre radioizotopii uzual folosiți se numără, în special, cei cu timp de înjumătățire redus (iod, argint etc.).

Procedeele radiometrice au evoluat continuu, în sensul că inițial se proceda la efectuarea unor diagrafii gama de referință după care, în gaura de sondă, se introducea un pachet de fluid de foraj activizat cu radioizotopi. Prin pomparea la puț a pachetului contaminat și prin efectuarea măsurărilor succesive de gama carotaj, se identificau zonele absorbante, deoarece pe diagrafiile înregistrate apăreau anomalii caracterizate prin creșteri de radioactivitate.

Deoarece procedeul menționat era destul de greoi și cu eficiență redusă, din cauza difuziei radioizotopilor în formațiunile preferențiale sau a depunerilor pe pereții găurilor de sonde, s-a recurs la introducerea cu ajutorul linguri-

lor de lăcărit, la anumite adîncimi, a unor pachete de fluide tratate cu radioizotopi [23].

Întrucît şi acest procedeu necesita mult timp pentru efectuarea lucrărilor, s-a procedat la îmbunătăţirea electrodelor de carotaj radioactiv, adaptîndu-se acestora camere de ejectare a izotopilor radioactivi şi contoare de scintilaţie. Ejectarea la aceste dispozitive se realizează fie prin explozie, fie prin intermediul unor motoraşe acţionate de la suprafaţă.

Indiferent dacă plasarea radioizotopilor se efectuează cu lingura sau cu ajutorul electrodei de carotaj radioactiv prevăzută cu cameră de ejecţie, procedeul în sine se aplică în modul următor :

— în prima fază se înregistrează o diagrafie gama de control, pe intervalul ce urmează a fi investigat, după care la distanţe de 50—60 m se plasează radioizotopii destinaţi lucrărilor de detectare a zonelor absorbante;

— prin înregistrarea în continuare a unor diagrafii succesive de gama carotaj şi prin împingerea prin pompare a radioizotopilor, se urmăresc poziţiile de deplasare a acestora;

— compararea diagrafiilor înregistrate prin anomaliile care apar, consecinţă a deplasării sau a nedeplasării pachetelor activizate, oferă elementele necesare obţinerii informaţiilor referitoare la zonele absorbante [10, 23].

Alt procedeu constă în introducerea garniturii de prăjini la talpa sondei şi pomparea prin interior a unui pachet de fluid contaminat cu un radioizotop. După întoarcerea fluidului prin spaţiul inelar dintre garnitură şi teren, se urmăreşte cu electroda de carotaj radioactiv, introdusă prin prăjini, drumul ascensional pînă în momentul opririi pachetului care constituie, de fapt, locul de pătrundere al fluidului în formaţiunile absorbante [12].

Într-o variantă asemănătoare s-a aplicat un procedeu de pompare, prin spaţiul inelar dintre garnitură şi coloană, a unei cantităţi de fluid activizat cu un izotop radioactiv şi s-a urmărit concomitent, cu ajutorul electrodei de carotaj radioactiv introdusă prin interiorul prăjinilor, deplasarea descendentă a acestuia. Locul de staţionare a radioizotopilor, caracterizat prin valori mari de radioactivitate, înregistrate pe diagrafie, a indicat zona absorbantă.

Diagrafiile înregistrate pot fi urmărite în figura 1 [22].

În afara procedeelor în care se utilizează radioizotopi, informaţii utile asupra zonelor absorbante s-au obţinut şi prin analiza diagrafiilor înregistrate înainte şi după pierderea anumitor cantităţi de fluide de foraj. Prin creşterea intensităţii radiaţiilor gama s-au determinat în orizonturile exploatate, acolo unde se pierdeau cantităţi mari de fluide, poziţiile acestor zone, chiar prin compararea cu diagrafiile gama înregistrate la sondele vecine [13].

Dezavantajele acestor procedee se datorează utilizării radioizotopilor, care constituie pericol de contaminare, în special atunci cînd se lucrează cu fluide activizate de la suprafaţă. Totuşi, acolo unde au fost aplicate, procedeele radiometrice s-au dovedit a fi destul de eficiente.

e. Determinarea vitezelor de curgere, care constituie cel mai recent procedeu aplicat, se asigură prin intermediul dispozitivelor echipate cu elemente de măsură formate din membrane flexibile, prevăzute cu diferite tipuri de traductoare.

În construcţia americană, elementul de măsură format dintr-o membrană flexibilă de cauciuc se găseşte amplasat pe peretele lateral, în interiorul unui tub cilindric în dreptul unor ferestre. Datorită strangulării de la partea inferioară a dispozitivului, fluidul trebuie să ia direcţia impusă şi să iasă prin ferestrele laterale.

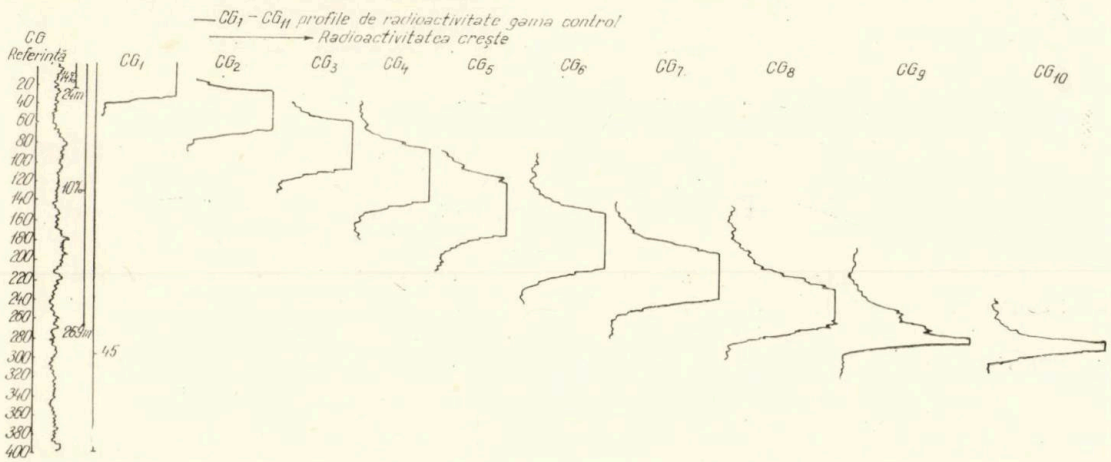


Fig. 1. Diagrafii gama înregistrate pentru determinarea zonelor absorbante. CG_1 — CG_{10} — diagrafii gama înregistrate, care urmăresc drumul parcurs de pachetul contaminat cu izotopi radioactivi.

Deformările produse în membrană, consecinţă a curgerilor, creează variaţii ale cîmpurilor electrice existente între cei trei electrozi, dintre care doi sînt ficşi (de curent) şi unul mobil (de măsură) amplasat pe membrană şi conectat prin intermediul unei staţii înregistratoare cu un altul, plasat la suprafaţă.

Pentru cunoaşterea elementelor componente, în figura 2 se redă schiţa de principiu a acestui dispozitiv [2, 7, 11, 15, 18, 22, 24,25].

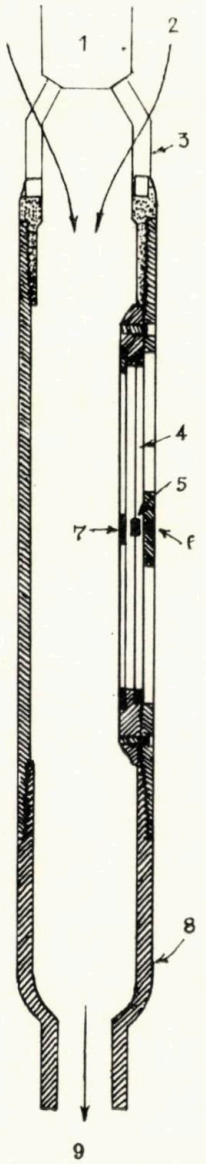


Fig. 2. Schiţa de principiu a dispozitivului pentru determinarea zonelor absorbante echipat cu un traductor de presiune [2]:

1 – element de prindere la cablul trifilar de carotaj; *2* – intrarea fluidului; *3* – braţe de legătură; *4* – membrană flexibilă de cauciuc; *5* – electrod de măsură; *6* – *7* – electrozi ficşi de curent; *8* – niplu; *9* – ieşire fluid; *10* – corpul dispozitivului.

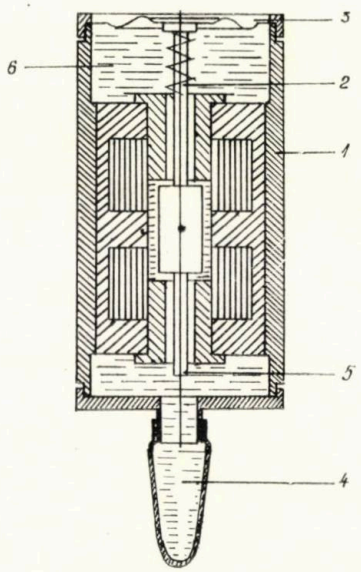


Fig. 3. Schiţa dispozitivului pentru determinarea zonelor absorbante echipat cu un traductor inductiv [4]:

1 – corpul dispozitivului umplut cu lichid; *2* – traductor inductiv; *3* – membrană elastică gofrată; *4* – compensator de presiune; *5* – miezul traductorului; *6* – rezervor cilindric.

Dispozitivul menţionat prezintă unele dezavantaje datorate diametrului mare, de aproximativ 100 mm, fapt care îl face utilizabil numai atunci cînd prăjinile de foraj se găsesc extrase de la puţ. De asemenea, imposibilitatea utilizării unei membrane circulare destul de mari, îi reduce sensibilitatea.

Datorită faptului că măsurările se fac în funcţie de rezistivitatea fluidului existent în gaura de sondă, acesta nu poate lucra în fluide foarte conductive.

În construcţia sovietică, dispozitivul destinat determinării zonelor absorbante, denumit „explorator", are ca element de măsurare o membrană elastică gofrată şi un traductor inductiv. Principiul de funcţionare constă în aceea că prin extragerea dispozitivului cu viteză constantă, singura componentă variabilă este presiunea curentului de fluid în raport cu pereţii găurii de sondă.

Schiţa dispozitivului echipat cu traductor inductiv poate fi urmărită în figura 3 [4].

În construcţia dispozitivului românesc, tip I.C.F.E., destinat determinării zonelor absorbante, elementul de măsurare îl formează un sistem de bară flexibilă echipată cu un număr corespunzător de timbre tensometrice, care constituie totodată şi traductorul. Prin măsurarea sarcinilor longitudinale produse de vitezele fluidelor care pătrund în zonele absorbante, timbrele tensometrice preiau sarcinile de deformare şi le transmit la suprafaţă, printr-un circuit potenţiometric, prin intermediul unui cablu multifilar, la instalaţia de carotaj sau la alte elemente de înregistrare.

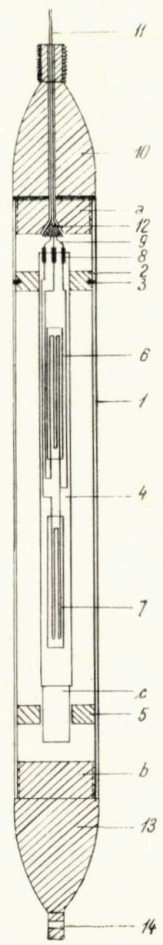


Fig. 4. Schiţa dispozitivului pentru determinarea zonelor absorbante, prevăzute cu traductor tensometric:

1 – bare longitudinale solidarizate prin colierele *a* şi *b*; *2* – inel etanşat prin „O" rindul *3*; *4* – bară flexibilă degajată la partea inferioară *c*; *5* – inel; *6* şi *7* timbre tensometrice de măsurare a deformărilor şi de compensare a temperaturilor; *8* – legături electrice; *9* – conducte electrice; *10* – rope – sokete; *11* – cablu trifilar; *12* – element de siguranţă la smulgere; *13* – niplu; *14* – orificiu de prindere a boltului pentru ataşarea greutăţilor.

În figura 4, se redă schiţa dispozitivului pentru determinarea zonelor absorbante, bazat pe înregistrarea vitezelor de curgere cu ajutorul unui traductor tensometric [21].

Dispozitivul descris prezintă o serie de avantaje: se măreşte considerabil sensibilitatea de înregistrare şi se asigură lucrul în orice tip de fluid existent în gaura de sondă, realizîndu-se totodată un diametru foarte redus, de aproximativ 40 mm.

f. Utilizarea pacherelor se poate realiza în găurile de sonde în care pereţii sînt constituiţi din roci tari. Întrucît lucrul cu astfel de dis-

pozitive este destul de greu, ele se utilizează rar, de obicei, atunci cînd celelalte procedee nu oferă indicaţii concludente.

B. *Procedee indirecte*

În practica aplicativă din străinătate, pentru determinarea zonelor absorbante se utilizează şi procedeele indirecte, prin intermediul cărora se obţin informaţii chiar în timpul proceselor de săpare. Prin cunoaşterea adîncimilor cu ajutorul garniturii de prăjini de foraj şi prin măsurarea debitelor cu rigle gradate, introduse în bazinul de aspiraţie al pompelor, se estimează caracteristicile hidrodinamice, specifice orizonturilor absorbante, utilizîndu-se relaţia:

$$C = 0{,}15 \frac{Q\mu}{2\pi\, r\Delta h\, \Delta p}, \qquad (1)$$

în care:

C este caracteristica hidrodinamică, m^3 cP/m^2 kgf/cm^2. min;
Q — debitul, m^3/s;
μ — viscozitatea, cP;
Δh — grosimea stratului deschis, cm;
Δp — căderea de presiune, kgf/cm^2;
r — raza sondei, cm.

Relaţia (1) se calculează din expresia lui Dupuis, pentru determinarea permeabilităţii stratelor, prin măsurarea afluxului în unitatea de timp:

$$Q = \frac{2K\pi\, \Delta h\, .\, \Delta p}{\mu \ln \frac{R}{r}}, \qquad (2)$$

în care:

K este permeabilitatea, darcy;
R — raza zonei în care lichidul care pătrunde nu modifică presiunea de strat, cm;
Q, Δh, Δp, r şi μ au valorile redate în relaţia (1).

Din diagramele adîncime — debit se pot abstrage toate datele necesare calculării caracteristicilor hidrodinamice. Valoarea diferenţei de presiune Δp se obţine prin determinarea nivelului static după terminarea marşului [17].

De asemenea, într-o nouă variantă pentru determinarea parametrilor de strat s-a conceput o nouă instalaţie care permite obţinerea curbelor de variaţie a intensităţilor fluidelor pierdute în timpul fiecărui *marş*. După graficele de variaţie a intensităţilor de pierdere, se determină permeabilitatea formaţiunilor absorbante, utilizîndu-se relaţia lui Cecalnicom:

$$Q(t) = \frac{2\pi Kh}{\mu} \cdot \frac{\Delta p}{\ln\left[1 + \frac{\sqrt{\pi \varkappa t}}{r_s^2}\right]}, \qquad (3)$$

în care:

Q este cantitatea de fluid pierdut în strat, cm^3/s;
K — permeabilitatea stratului, darcy;
h — grosimea stratului, cm;
μ — viscozitatea fluidului pierdut, cP;
Δp — căderea de presiune, kgf/cm^2;
$\varkappa$ — piezoconductibilitatea stratului, cm^2/s;
t — timpul de la începutul pierderii fluidului, s;
r_s — raza efectivă a sondei, cm.

Pe baza relaţiei menţionate, procedeul de determinare a permeabilităţii după graficul variaţiei de influx, atunci cînd timpul are valori mari, simplifică expresia luînd forma:

$$\frac{1}{Q(t)} = \frac{\mu}{4\varkappa Kh\, \Delta p} \left(\ln \frac{\pi \varkappa}{r_s^2} + \ln t\right), \qquad (4)$$

care în coordonate $1/Q - \ln t$ se exprimă printr-o linie dreaptă. Pentru cunoaşterea modului de lucru se consideră indicată studierea literaturii de specialitate [1].

Procedele clasificate în această categorie, de fapt, impun pentru măsurarea nivelurilor, extragerea garniturilor de prăjini de foraj, şi deci, ar constitui procedee de tranziţie. Dat fiind faptul că nivelurile se pot măsura şi atunci cînd garniturile se găsesc introduse la puţ, fără a necesita extragerea lor, s-a considerat că pot fi clasificate astfel.

2. Recomandări

În urma celor relatate, se recomandă ca înainte de aplicarea metodelor de blocare a zonelor absorbante să se determine, printr-unul din procedeele menţionate, poziţia acestora. Procedînd astfel se pot stabili cele mai eficiente tehnologii şi materiale de blocare.

Pînă la elaborarea unor procedee indirecte cu siguranţă mărită de funcţionare, se recomandă aplicarea celor directe, care s-au dovedit eficiente pentru efectuarea acestor lucrări.

BIBLIOGRAFIE

1. Abdrahmanov, S. G., Crîlov, I. V. şi Cuvanîsev, P. U. Opredelnie proniţaemosti poglosciaiuscego plasta po graficam izmeneniia intensivnosti poglosceniia o proţesse bureniia. În: Burenie, nr. 4, apr. 1963, p. 11.
2. Bardeen, T. şi Teplitz, J. A. Lost circulation information with a new tool for detecting zones o loss. În: J. Petrol Technol., febr. 1956, p. 36.
3. Bird, M. J. şi Bullard, M. H. Use of subsurface flowmeter and fluid density analizer for studying fluid flow in producing and injection wells. În: Producers Monthly, feb. 1962, p. 2.

4. Bublicov, V. V. şi colab. Osobennosti raboti pribora membrannoinductivnim preobrazovatelem dlea opredelenia zon poglosceniia. În : Neftianoe hoziaistvo, nr. 1, ian. 1969, p. 14·
5. Cannon, E. G. Inprovements in cementing practices and the need for uniform cementing regulation. In : Drilling and Producing Practice, 1948, p. 126.
6. Cipco, Ia A., Ivavceev, M. L., Macarov, V. L. şi Salamatov, A. M. Issledovanie zon poglosceniia v scvajinah. În : Razvedca i Ohrana Nedr, nr. 2, 1968, p. 49.
7. Crîlov, I. V. şi Suhenco, I. N. Boriba s pogloseniem pri burenii scvajni. Izdatelîstvo Nedra, Moscova, 1968, p. 30.
8. Dravat, I. şi Rudencu, A. Prevenire şi combaterea accidentelor tehnice la forajul sondelor. Ed. tehnică, Bucureşti, 1967, p. 184.
9. Erhan, I., Ormazu, L. şi Petcu, N. Aparate de măsură şi control în foraj şi extracţia ţiţeiului şi gazelor. Ed. tehnică, Bucureşti, 1969, p. 281.
10. Ford, O. W. Jr. How new injectivity profiling method works. In : World oil **155**, nr. 2, aug. 1962, p. 43.
11. Gallanger, C. F. It's easier to regain circulation if yon know where you lost it. In : Oil Gas J. **54**, nr. 61, iul. 2, 1956, p. 85.
12. Gore, G. L. şi Terry, L. L. Radioactive tracer tehniques. În : Petrol Technol. nr. 9, sept. 1956, p. 12.
13. Listerngarten, V. N. Deformaţia diagramelor de carotaj gamma din cauza pierderilor noroiului de foraj. În : Exploatarea şi prelucrarea petrolului, **6**, nr. 7, iul. 1961, p. 363 (din Azerbaidjanskoe Neftianoie hozeistvo, **40**, nr. 1, ian. 1961, p. 11).
14. Martia, H. Etude de comportement des reservoirs héterogènes en cours d'exploitation au moyen des diagrafhies de production. În : Revue de l'Institut Français du Petrol, Horsserie, **XVIII**, dec. 1963, p. 554.
15. Pacoste, G. Georgescu, G. Tocan, D., Baciu, I. şi Olănescu, M. Studiul fenomenlor de pierdere a circulaţiei la forajul sondelor şi metode de detectare a zonelor în care au loc pierderi. În : Petrol şi Gaze, **14**, nr. 10, oct. 1963, p. 487.
16. Pehovshek, F. şi Fields, R. A. The lost circulation detecter. In : Forth World Petroleum Congress, Rome, iun. 6, 15. H. 1955, Drilling Production. Section II proceding, p. 266.
17. Rabinovici, S. I. Nabliudeniia za razhodom promîvocinoi jidcosti. Opredelenie granit poglosciaiuscih gorizontov. În : Neftianoie hoziaistvo, nr. 12, dec. 1961, p. 20.
18. Rogers, F. W. Compoziţia şi proprietăţile fluidelor de foraj. Ed. tehnică, Bucureşti, 1969, p. 619.
19. Rumble, C. R. Buck, M. H. şi Peters, A. B. A subsurface flowmeter for determining well production or injection profiles. In : Drilling and Production Practice, 1959, p. 115.
20. Suslin, V. A. Teleizmerenie patoka v scvajine. În : Tehnica Dobîcii Nefti, Gostoptehizdat, Moscova 1961.
21. Ştefănescu, D. şi Bulat, S. Dispozitiv pentru determinarea zonelor în care se produc curgeri de fluide în găuri de sonde. Certificat de autor, dosar O. S. I. nr. 58.036, cl. 5 a 18/30, E 21 b, din 29.10. 1968.
22. Ştefănescu, D. Metode şi aparate pentru determinarea zonelor de pierderi a fluidelor de foraj. Tema I.C.F.E., nr. 98, iun 1964, partea I.
23. Wilson, C. J. şi Marquis, L. G. New developments in radioactivity and caesing potenţial profile surveys. In : Drilling and Production Practice, 1958, p. 56.
24. * * * Priborî dlea opredeleniia zonî poteri ţirculaţii. În : Express — informatia neftianaia promîşlennosti, nr. 2, 1957, NP.05.
25. * * * Leak detector developed to fiind lost circulation zones. În : Petroleum Enginering. nr. 12, noiembr. 1956, p. B. 152.

Stimularea afluxului de țiței prin injecțiile ciclice de abur

C. Moroșanu

Debitul sondelor de țiței scade pe măsură ce zăcămintele sînt exploatate. O dată cu scăderea presiunii zăcămîntului, gazele ies din soluție, accentuînd atît scăderea energiei interne a acestuia, cît și creșterea viscozității țițeiului rămas în zăcămînt.

În cazul zăcămintelor care conțin țițeiuri grele, cu viscozitate mare, debitul sondelor scade și mai mult. Mărirea debitelor sondelor se poate obține fie prin mărirea energiei zăcămîntului, fie prin reducerea viscozității țițeiului aflat în zăcămînt.

Eficacitatea cea mai mare pe linia micșorării viscozității țițeiului din zăcămînt o are căldura. Prin încălzirea țițeiurilor grele la temperaturi mari, viscozitatea acestora se micșorează la valori comparabile cu cele ale țițeiurilor ușoare sau chiar mai mult [1].

Prin stimulare cu abur a formațiunii productive se înțelege adăugarea de energie termică într-un zăcămînt, prin injectarea acesteia. Aceeași sondă este folosită pentru injecție și pentru producție. Obiectivul primar al injectării de abur este de a alimenta talpa sondei cu căldură pentru a obține o viscozitate mai redusă a țițeiului.

Formațiunea productivă din jurul filtrului sondei acționează ca un schimbător de căldură. Ea permite înmagazinarea căldurii provenită din ciclul de injecție, pentru a fi folosită efectiv la încălzirea țițeiului greu și vîscos, la extragerea acestuia din zăcămînt.

Industria de petrol a dat acestui procedeu denumiri diferite: „huff and puff", „steam soak" sau „cyclic method" [2].

Indiferent de denumirea sa, acest procedeu reprezintă o adevărată realizare în industria petrolului și este forma cea mai nouă de recuperare secundară.

Metodele termice au fost experimentate în șantierele petroliere cu mult înainte de a se cunoaște și a se stabili tehnologia de aplicare.

Astfel se menționează o primă încercare făcută în anul 1931 în Texas — S.U.A., injectîndu-se abur într-o formațiune care conținea țiței greu și vîscos. În urma acestui experiment s-a obținut un plus de producție de 688 m^3 țiței, dintre care 358 m^3 s-au folosit drept combustibil.

Un an mai tîrziu, în 1932, a avut loc în S.U.A. un experiment de injecție de apă caldă.

În anul 1954 s-a făcut o încercare de injecție de abur în zăcămîntul de la Shodnița — U.R.S.S.

Aplicarea injecției de abur pentru recuperarea țițeiului cu greutate specifică și viscozitate mare s-a efectuat cu succes încă de la începutul anului 1960, pe plan mondial, cu deosebire în California — S.U.A.

În figura 1 este prezentat la nivel mondial numărul total de exploatări industriale prin recuperare pe cale termică, aplicate între anii 1952 și 1966 [3].

Dintre toate procedeele termice, se constată o interesantă creștere a numărului proceselor de injecție a aburului în zăcămînt, cu precădere pentru injecțiile ciclice de abur, aplicate în scopul măririi productivității sondelor (fig.2).

I. Factorii de care trebuie să se țină seama la proiectarea procesului de injecții ciclice cu abur

Există mulți factori care ar trebui luați în considerare la alegerea unui proiect de stimulare cu abur. Cîțiva dintre acești factori, cum sînt combustibilul, apa, tratarea apei, prețul țițeiului pe piața externă, necesarul de utilaje pentru a injecta aburul la presiunile prevăzute de injecție etc., servesc pentru o analiză economică directă. De asemenea, există alți factori importanți, ca: grosimea formațiunii productive, cantitatea remanentă de țiței din zăcămînt, adîncimea sondei etc., care trebuie luați în considerare în scopul asigurării succesului la aplicarea procedeului de stimulare cu abur.

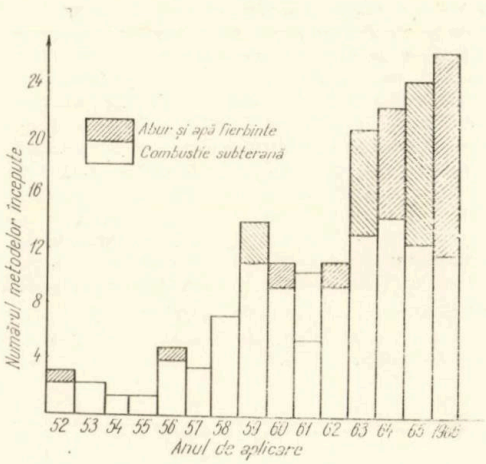


Fig. 1. Totalul mondial al exploatărilor industriale, prin recuperare pe cale termică, aplicate în șantiere.

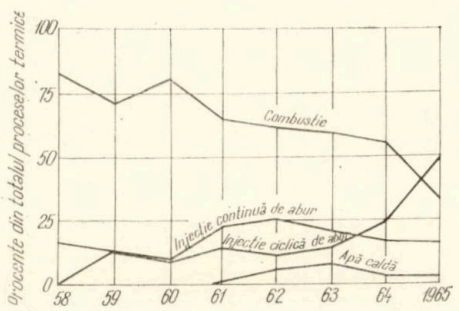


Fig. 2. Variația în timp a numărului de procese termice din S. U. A. [3].

Experiențele efectuate au determinat unele linii generale de respectare a unor norme tehnice, verificate în laborator și pe șantier, asupra următorilor:

1. *Greutatea specifică a țițeiului*

Țițeiul cu o greutate specifică mai mare este în mod normal mai vîscos și va fi mai mult influențat de creșterile de temperatură decît un țiței cu greutate specifică mai mică.

Țițeiurile cu greutate specifică mai mică au viscozitățile reduse și nu sînt susceptibile la stimulările cu abur.

2. *Adîncimea zăcămîntului*

Un zăcămînt adînc este mai puțin indicat pentru un proiect de stimulare cu abur deoarece:

a) are o temperatură mai ridicată și, deci, o viscozitate mai mică;

b) se pierde mai multă căldură în sondele adînci. Aceste pierderi de căldură pot fi reduse, folosind pachere pe țevile de injecție și încălzind spațiul inelar uscat sau utilizînd pentru injecție țevi de extracție izolate. Aceste măsuri sînt însă costisitoare, reducînd astfel eficiența economică a procesului.

Zăcămintele mai adînci necesită, de obicei, o presiune mai mare de injecție, care se poate realiza cu un utilaj de mare presiune, necesitînd însă importul acestuia, ceea ce constituie un mare dezavantaj economic.

Acești factori, împreună cu costurile în general mai mari de exploatare și de producție ale sondelor mai adînci de 900 m, conduc la plasarea lor într-o categorie îndoielnică, atunci cînd se iau în considerație zonele de interes pentru aplicarea stimulării cu abur.

3. *Viscozitatea țițeiului*

Stimularea cu abur a sondelor este favorabilă pentru zăcămintele care conțin țițeiuri grele și viscoase. Multe zăcăminte de mică adîncime au temperatura de talpă sub 38°C. Un țiței cu greutatea specifică de 1 kgf/dm³ ar putea avea la această temperatură o viscozitate de 20 000 cP. Mărind temperatura de fund numai cu 5,6°C, viscozitatea s-ar reduce la 13 000 cP, adică la 2/3 din cea inițială. Creșterea temperaturii în continuare pînă la circa 93°C ar reduce viscozitatea pînă la 490 cP, ceea ce constituie o reducere de circa 40 de ori.

De aceea, dacă temperatura de la talpa sondei poate fi mărită, se pot aștepta reduceri importante de viscozitate. În figurile 3 și 4 sînt reprezentate variațiile viscozității țițeiului în funcție de temperatură, pentru două probe colectate din California, degazeificate, precum și variația viscozității o dată cu temperatura, pentru țițeiuri din Romînia.

Debitul producției de țiței este invers proporțional cu viscozitatea. Dacă viscozitatea este redusă la jumătate, debitul sondei se va dubla.

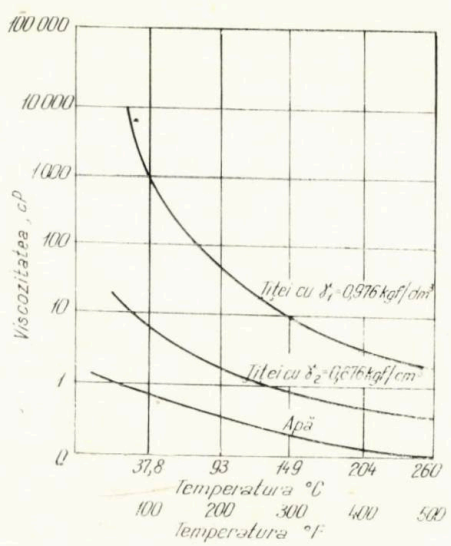


Fig. 3. Variația viscozității țițeiului în funcție de temperatură.

4) *Formațiunea productivă prezintă blocaje.* În multe cazuri, un factor important al succesului stimulării sondei îl constituie capacitatea aburului de a curăța filtrul și formațiunea productivă din imediata vecinătate a sondei. Potențialul mărit care rezultă din această eliminare a deteriorării sondei durează de multe ori încă mult timp după dispersia căldurii din zăcămînt.

Injecția de abur la debite mari duce la curățarea feței nisipului și la înlăturarea materialului de blocare. Sondele la care s-a observat o scădere nejustificată a debitului de țiței, provocată de o blocare a nisipului în jurul sondei, sînt obiective primare sigure pentru tratarea termică.

5) *Saturația țițeiului rezidual.* S-a constatat că o sondă care produce bine în condițiile recuperării primare are cele mai mari șanse de a da o bună producție și în condițiile injecției de abur.

În scopul justificării investițiilor pentru aplicarea stimulării sondelor cu abur, în formațiunea productivă trebuie să se găsească o cantitate suficientă de țiței; de exemplu, de 60% pentru o porozitate de 25% sau de 42,8% pentru o porozitate de 30%.

A doua cifră reprezintă o saturație de țiței de 76,9%, pentru o porozitate de 20%, sau de 61,5% saturație de țiței, pentru o porozitate de 25%.

În concluzie, este bine ca saturația de țiței să fie cît mai mare însă nu este exclusă posibilitatea de aplicare a stimulării termice la sonde, care produc din zăcăminte cu saturații mici de țiței, pînă la 32%.

6) *Grosimea formațiunii productive.* Cu cît zona productivă este mai groasă, cu atît șansele sînt mai mari, deoarece în acest caz există în zăcămînt mai mult țiței afectat de căldura injectată. Pierderile de căldură prin acoperișul și prin culcușul formațiunii sînt mai reduse. Deși grosimea minimă este considerată de 15 m, literatura de specialitate citează cazuri de stimulare termică soldate cu rezultate favorabile, aplicate la nisipuri cu grosime efectivă de numai 4,5—8 m, dacă nisipul productiv are saturația mare în țiței și permeabilitatea de aproximativ 1 000 mD.

7) *Porozitatea și permeabilitatea zăcămîntului.* Formațiunea cu porozitate mică conține o cantitate mai mare de rocă pentru care se cheltuiește prea multă căldură. Pentru aceste zăcăminte este necesar ca permeabilitatea formațiunii productive să fie suficient de ridicată, pentru a permite injectarea unor debite mari de abur cu presiune cît mai mică. O permeabilitate mică a zăcămîntului duce la presiuni mari de injecție și la debite mici de căldură.

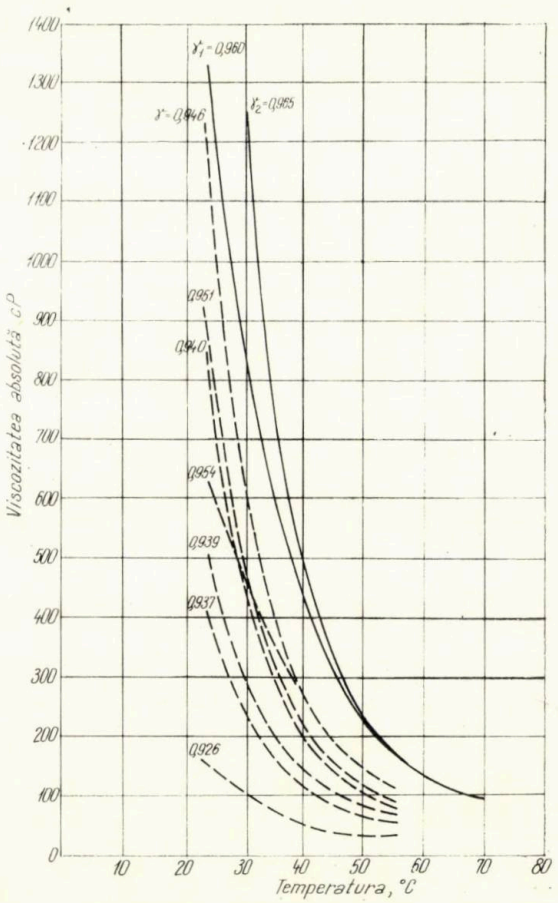


Fig. 4. Variația viscozității țițeiurilor cu temperatura.

8) *Saturația formațiunii productive în apă.* Apa de formațiune are categoric un efect negativ asupra recuperării țițeiului prin încălzire cu abur. Apa interstițială reprezintă o pierdere de căldură, deoarece aceasta trebuie încălzită sau evaporată. Totuși, metoda injecțiilor ciclice se poate aplica cu succes și la zăcămintele cu procente de apă de pînă la 95%, dacă țițeiul din formațiune este foarte viscos, deoarece în acest caz, rația de mobilitate țiței—apă fiind foarte mică, saturația de țiței în zăcămînt este suficientă pentru a permite recuperări mari de țiței. Este mai bine ca la alegerea sondelor, pentru stimulare, să se prefere cele care produc țiței curat, chiar cu debite mici, decît cele care produc țiței cu apă multă. Pentru încălzirea apei din zăcămînt se consumă o cantitate dublă de căldură decît cea necesară pentru încălzirea aceleiași cantități de țiței.

9) *Presiunea de zăcămînt* este tot așa de importantă la injectarea aburului ca și la orice metodă de producție. Cu cît presiunea din formațiune este mai mare, cu atît mai ușor se poate deplasa țițeiul încălzit spre gaura sondei. Dacă zăcămîntul este destul de gros, influența drenării datorită gravitației poate fi suficientă pentru a contrabalansa lipsa de presiune.

Anumite operații de injecție ciclică de abur s-au dovedit rentabile în cazul unor formațiuni cu o presiune de fund de numai 6—4 atm (schela Suplacu de Barcău).

10. *Utilarea sondei* cu echipamentul de suprafață și de adîncime trebuie astfel făcută, încît să reziste fluidelor fierbinți. La adîncime, temperaturile ridicate tind să distrugă cimentul folosit în mod obișnuit la cimentarea coloanei și să alungească în mod periculos țevile de extracție și coloana.

La suprafață multe elemente de etanșare își pierd eficacitate cînd sînt încălzite.

Pentru ca din punct de vedere mecanic operația să dea rezultate bune, cimentarea coloanei trebuie să fie bună, iar gura sondei să fie astfel adaptată, încît să compenseze alungirea coloanei, care poate ajunge pînă la 960—1 100 mm.

În acest scop, este necesară utilizarea unor packere termice (etanșarea se face prin dilatarea termică a unui lichid), la partea inferioară a garniturii de extracție, iar tubingul trebuie prevăzut cu racorduri expandabile (slip-joints) sau trebuie luate alte măsuri pentru compensarea alungirii.

În unele cazuri prin încălzirea unei coloane de 600 m la temperatura de 210°C, aceasta s-a dilatat cu circa 4,5 m. Dacă nu are spațiu de dilatare suficient, coloana se poate răsuci și deteriora sub efortul de comprimare care rezultă.

II. Fenomene termice în procesele de injecții ciclice cu abur

1. *Calitatea aburului*

Aburul are calități deosebite în comparație cu alți agenți folosiți pentru încălzirea stratului productiv.

O tonă de abur conține de patru ori mai multă căldură decît o tonă de apă încălzită la aceeași temperatură.

Orice alt lichid are căldură specifică mai mică decît aburul, deci, pentru aceeași cantitate injectată, căldura transportată în formațiunea productivă este mai mică decît în cazul injectării aburului.

Comparînd aburul cu alte surse de energie, rezultă datele de mai jos [2]:

Felul încălzirii	*Energia furnizată CP-oră*
— Stimularea prin abur timp de 10 zile, injectîndu-se 2 000 000 kcal/h	1 690 000
— Încălzitor electric la talpa sondei, timp de 10 zile, cu o capacitate de 20 160 kcal/h	7 500
— Injecție a 159 m³/zi apă la 70 atm, timp de 10 zile	4 100
— Fisurare hidraulică cu circa 473 m³ apă, avînd debit de 16 m³/min, la 70 atm (în 30 min)	1 200
— explozie nucleară	1 320 000

Se observă că, în afară de explozia nucleară, la toate celelalte operații se introduc în zăcămînt cantități mult mai mici de energie decît în cazul injecției de abur.

a. *Saturația aburului injectat.* Pentru stimularea termică a sondelor de țiței, se recomandă folosirea unui abur saturat de calitate 70—80%, respectiv care să conțină 20—30% apă. În general, 1 kg de abur de 80% va transporta circa 500 kcal la o temperatură de 245°C [5]. Randamentul ar fi mai mare dacă s-ar folosi abur supraîncălzit, dar instalația și exploatarea sînt în acest caz mai costisitoare.

Majoritatea operatorilor preferă să producă la generator, abur cu un grad de saturație de 70—80% și nu abur supraîncălzit.

b. *Temperatura aburului* utilizat în procesele de stimulare trebuie să fie ridicată, pentru a conține căldura necesară, precum și pentru a accelera distilarea țițeiului din zăcămînt. Prin cercetări de laborator s-a constatat că temperatura aburului trebuie să fie ceva mai mare decît temperatura la care începe distilarea țițeiului, pentru a se putea obține rezultate bune.

În schelă, măsurarea temperaturilor din sondele stimulate cu abur s-a făcut cu ajutorul unor metale fuzibile (creioane termocrom) pentru o gamă de temperaturi de 150 — 250°C.

Metalele termofuzibile au fost introduse în sabotul țevilor de extracție în timpul injectării aburului. Temperatura vaporilor de apă în dreptul formațiunii productive a înregistrat în timpul injecției ciclice valori de 180—220°C.

În timpul operațiilor, temperatura aburului este determinată de presiunea necesară pentru injectarea volumului dorit. Cu cît presiunea este mai ridicată, cu atît mai fierbine poate fi aburul, fără a depăși calitatea de 75—80%.

c. *Debitul de injecție.* Debitele reduse de injecție de abur pot avea rezultate economice slabe. De exemplu, dacă generatorul de abur *A* are jumătate din capacitatea generatorului de abur *B*, va fi nevoie de un timp dublu pentru a injecta o cantitate dată de căldură. Pierderile de țiței sînt proporționale cu diferența de temperatură și cu timpul, astfel încît și pierderile de căldură din sondă vor fi aproximativ duble.

Pentru condițiile în care pierderile de căldură în timpul injecției sînt mari, un mic generator de abur poate da rezultate foarte slabe în comparație cu cele ale unui generator mai mare de abur. Rezultă că pentru a obține o eficiență termică bună, trebuie să se injecteze abur la debitul maxim posibil. Unii cercetători recomandă să se injecteze 8 milioane kcal/m de strat/ciclu; alți cercetători recomandă 12,4 mil. kcal/m de strat și ciclu, iar un al treilea grup recomandă să se injecteze 16,5 milioane kcal/m strat și ciclu [1].

Pentru abur de 80% și cu presiunea de 25 atm valorile de mai sus reprezintă 13,8 t abur/m, respectiv 21,1 t abur/m, pentru cazul secund, sau 28,3 t abur/m, în ultimul caz.

Dacă se exprimă prin consumul specific raportul dintre cantitatea de abur injectată în zăcămînt și extracția suplimentară de țiței obținut, iar eficiența tratamentului prin cantitate de țiței suplimentar, după un tratament de abur, concluziile sînt următoarele [6]:

— cea mai ridicată eficiență a injecției ciclice de abur s-a obținut la un consum specific de 3,2 t abur/t țiței;

— eficiența proceselor de injecție ciclică de abur crește ca urmare a măririi cantității de abur folosite. Astfel, mărindu-se cantitatea de abur de la 2,5 la 17,5 t/m grosime-zăcămînt, factorul de reușită (raportul dintre numărul de operații cu rezultat favorabil, față de totalul operațiilor), crește de la 55,5 la 75%, iar extracția suplimentară de țiței obținută la o operație crește de la 17,4 la 49,7%.

Deoarece încă nu a putut fi stabilită o formulă exactă pentru calcularea debitului de abur injectat de calitatea 75—80%, determinarea se face după cantitatea apei introduse în generator sau în funcție de consumul de combustibil [7] (tabela 1).

TABELA 1

Căldura absorbită, kcal/h	Debitul de abur, m³/zi	Combustibilul utilizat, m³/zi	
		păcură	gaze naturale
1 260 000	56	4,1	3 962
2 646 000	116	8,6	8 293
5 871 000	242	17,8	17 603

2. Pierderile de căldură în timpul injecţiei de abur au loc în conducta de transport-abur, de la generator la capul de injecţie al sondei, în gaura de sondă, de la suprafaţă pînă la stratul productiv, în formaţiunea productivă pentru încălzirea sa, a stratelor adiacente mai reci şi a stratelor impermeabile existente în formaţiunea productivă.

Oricît de bine s-ar izola instalaţiile, nu se poate obţine decît o reducere mică a pierderilor de căldură.

Aburul ajuns în strat, treptat condensează, cedînd căldura formaţiunii în care s-a injectat; temperatura rămîne constantă, pînă cînd tot aburul s-a transformat în apă.

Un profil de variaţie a temperaturii, executat în timpul injecţiei de abur în sondă, va arăta o scădere continuă de temperatură cu adîncimea, deci un proces de transfer de căldură, astfel [8]:

— transmisia căldurii în condiţii staţionare de la suprafaţă pînă la faţa stratelor productive;

— în condiţii nestaţionare, în interiorul stratelor traversate pierderea de căldură se face radial;

— transferul de călduă are loc prin trei mecanisme diferite: conducţie, convecţie şi radiaţie [9].

a. Transferul de căldură prin conducţie este singurul mecanism de transmisie în corpurile solide, transferul făcîndu-se printr-un schimb molecular de energie cinetică. Moleculele încălzite capătă o mişcare mai rapidă şi, prin ciocnire cu moleculele vecine, care au o energie cinetică mai mică, provoacă o mişcare mai rapidă a acestora.

Căldura transportată în interiorul formaţiunii productive pătrunde prin conductibilitate în zonele adiacente ale formaţiunii, într-o direcţie perpendiculară faţă de direcţia stratelor. Pe măsură ce ţiţeiul se încălzeşte prin conductibilitate, viscozitatea lui descreşte, putînd să curgă sub acţiunea forţei gravitaţionale sau a altei energii de zăcămînt, ca urmare a creşterii mobilităţii ţiţeiului [10].

b. Transferul de căldură prin convecţie se datoreşte mişcării fluidului, ca urmare a variaţiei densităţii acestuia cu temperatura. Fluidul din apropierea peretelui mai cald devine mai puţin dens şi are tendinţa de a se ridica. În cazul unor strate impermeabile, care limitează o zonă permeabilă impregnată cu ţiţei vîscos şi greu, în care se injectează abur, căldura ce încălzeşte stratul productiv în spatele zonei este transferată fazei gazoase, prin convecţie.

c. Transferul de căldură prin radiaţie. Corpurile solide, lichide şi gazoase transmit căldura altor corpuri, prin radiaţie electromagnetică, asemănătoare razelor cu lungimi de undă diferite [11].

d. Conducţia, convecţia naturală şi radiaţia sînt mecanisme de transfer independente şi debitul total de căldură transmis constituie suma debitelor transmise prin fiecare dintre aceste trei mecanisme (denumit coeficient global de transfer de căldură).

Transmisia căldurii în condiţii staţionare de la suprafaţă pînă la faţa stratelor productive se face prin (fig. 5):

— transferul de căldură prin conducţie, sub formă radială prin peretele tubingului, al coloanei şi al inelului de ciment;

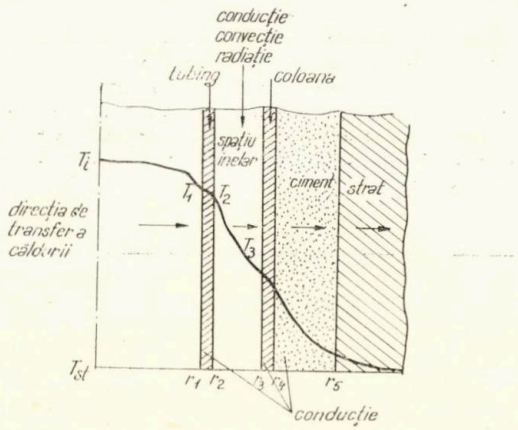


Fig. 5. Schema transferului de căldură de la fluidul injectat prin intermediul tubingului la stratele traversate.

— transferul de căldură cu ajutorul convecţiei şi al radiaţiei prin spaţiul inelar.

În cazul injectării aburului printr-un tubing cu diametrul de 2 1/2 ţoli neizolat, fără packer termic, într-o coloană cu diametrul de 5.3/4 ţoli timp de 15 zile, se constată că pierderile de căldură cumulative sînt mult mai mari decît în cazul în care sonda este echipată cu packer. După 15 zile de injecţie, pierderile sînt de 2,5 ori mai mari în primul caz şi reprezintă în valoare absolută între 15 milioane kcal pe suta de metri pentru temperatura de 183°C, echivalent cu 1,5 t abur saturat pe zi (abur de calitate 80%).

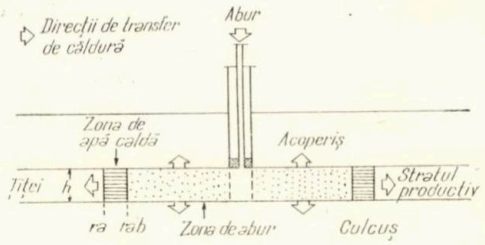


Fig. 6. Formarea zonelor de abur şi apă caldă la injecţia de abur în strat [9].

La temperatura de 285°C a vaporilor, pentru primul caz, pierderea de căldură este în valoare absolută de 25 milioane kcal pe suta de metri, echivalent cu 2,53 t abur/zi pe 100 m adîncime sondă (abur saturat de calitate 80%).

Faţă de cantităţile injectate în mod normal, aceste pierderi echivalează cu 25—50% din totalul aburului utilizat.

În interiorul stratelor, pierderea de căldură se datoreşte transferului de căldură de la fluidul injectat cald, la rocă şi la fluidele din zăcămînt (fig. 6). Cînd stratul devine cald are loc un transfer de căldură pe verticală în stratele adiacente (din acoperiş şi culcuş). Pe măsură ce are loc transferul de căldură, fluidul injectat pierde căldură, ceea ce conduce la o condensare, în cazul aburului, sau la o scădere de temperatură, în cazul apei. Cît timp are loc o condensare a aburului, temperatura zonei respective rămîne practic constantă.

La o anumită distanţă de sondă, unde procesul de condensare s-a terminat şi aburul s-a transformat prin condensare în apă caldă, temperatura acesteia scade în timp.

Procesul de transfer de căldură în stratele adiacente este un proces nestaţionar, volumul de rocă încălzit crescînd atît timp cît se injectează fluide calde în strat la un debit suficient.

Pierderea de căldură în zăcămînt este un fenomen tranzitoriu, iar coeficientul de pierdere de căldură pe o suprafaţă încălzită este invers proporţională cu timpul de încălzire. Deci, şi în acest caz, injectînd aburul la debite maxime, se reduc pierderile de căldură pe verticala stratului.

III. Fenomene fizico-chimice în procesul de recuperare termică cu abur

În timpul injecţiei, aburul cedează căldură formaţiunii şi fluidelor acestora. Pe măsură ce aburul se răceşte se condensează în apă şi este împins înainte în zăcămînt, unde atinge echilibrul din formaţiune.

Succesiunea principală a evenimentelor, dincolo de gaura de sondă, este următoarea [12, 13, 14]:

a) dislocuirea noroaielor datorită invaziei apei la temperatura zăcămîntului;

b) tranziţie continuă (spre gaura sondei) de la apa aproape de temperatura zăcămîntului pînă la apa caldă (la temperatura aburului);

c) zona de condensare unde aburul se condensează. Prin aceasta se produce o mare eficienţă de recuperare pe unitate de suprafaţă, deoarece raportul de viscozitate al celor două lichide, ţiţei şi apă, scade considerabil în urma creşterii temperaturii. În acest mod se realizează [14] o recuperare a ţiţeiului din porii formaţiunii, de 40—45%.

Prin inundarea zăcămîntului cu apă rezultată din condensarea vaporilor, creşte saturaţia medie în apă a formaţiunii productive. Aceasta are ca urmare o creştere a debitului de injectare pentru abur şi a raportului apă-ţiţei/total, în funcţie de cantitatea cumulativă produsă.

Toate aceste variaţii duc la valori atît de mari ale saturaţiei cu apă ale formaţiunii în secţiune din jurul liniei directe de legătură dintre sonda de injecţie şi sonda de producţie (în procesele de dislocuire a ţiţeiului prin spălarea formaţiei cu abur), încît aburul care nu se mai utilizează pentru cedarea căldurii în zăcămînt poate dislocui apa şi în continuare ţiţeiul, aproape complet din secţiune. Ca urmare, permeabilitatea pentru apă creşte foarte rapid în jurul găurii din sondă, necesitînd în continuare o mai mare cantitate de abur. Temperatura şi saturaţia cu apă din această zonă devin atît de mari, încît o parte a aburului injectat nu mai este utilizat la creşterea temperaturii formaţiunii, ci poate dislocui complet ţiţeiul şi apa din această regiune. Această inundare cu abur apare la o cantitate cumulativă de ţiţei produsă de 10—15% din volumul de pori, avînd ca urmare o scădere a raportului apă/ţiţei/total.

d. Zona de abur. Viscozitatea ţiţeiului greu scade foarte mult o dată cu creşterea temperaturii. Pe măsură ce ţiţeiul este încălzit, volumul lui creşte. Gradul de dilatare, datorită creşterii temperaturii, variază în funcţie de natura ţiţeiului însă căldura influenţează factorul de volum, ceea ce contribuie la sporirea energiei.

Creşterea volumetrică între 100—250°F (37,8—121,12°C) poate ajunge pînă la 10%.

Dislocarea ţiţeiului în faţa afluxului de apă lasă ţiţei rezidual în spaţiile de pori, iar zona de abur din spate, la temperaturi mult mai ridicate, tinde să vaporizeze cantităţi substanţiale dintr-un ţiţei greu, în conformitate cu presiunea vaporilor fiecărui component al ţiţeiului.

Efectul relativ al acestor factori termici este reprezentat în figura 7. De aici rezultă că recuperarea ţiţeiurilor grele cu apă rece sau spălarea directă cu apă reprezintă mai puţin de 20% din ţiţeiul aflat în zăcămînt.

Procentul de recuperare a ţiţeiului în procesele de stimulare prin injecţie de abur datorită efectului relativ a factorilor termici (fig. 7) este aproximativ următorul [12, 13, 14]:

în zona A: *5—18%*, ca urmare a inundării obişnuite cu apă a formaţiunii productive, la temperatura obişnuită de zăcămînt;

în zona B: *10—28%*, datorită reducerii viscozităţii ţiţeiului ca urmare a creşterii temperaturii de la 100—450°F (55—250°C), permiţînd o dislocuire mai uşoară şi eficace a ţiţeiului;

în zona C: *— 3—10%*, ca urmare a expansiunii termice a fluidelor conţinute în zăcămînt, pentru temperatura de 100—450°F (55—250°C) a aburului injectat (zona C);

în zona D: *6—10%* prin distilarea ţiţeiului de către aburul injectat pentru temperaturi 100 < t < 450°F (55—250°C), în cazul cînd acesta conţine fracţiuni uşoare;

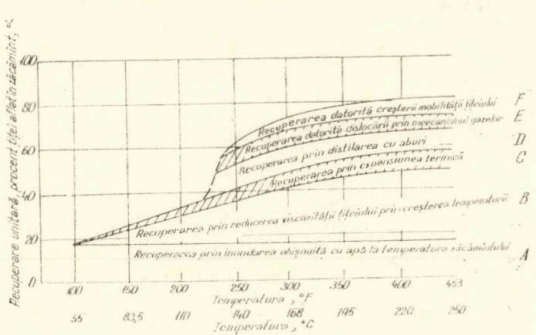


Fig. 7. Efectul relativ al factorilor termici în procesele de recuperare a ţiţeiului prin injecţiile ciclice de abur [12]:

A — recuperarea prin inundarea obişnuită cu apa la temperatura zăcămîntului; *B* — recuperarea prin reducerea viscozităţii ţiţeiului prin creşterea temperaturii; *C* — recuperarea prin distilarea cu aburi; *E* — recuperarea datorită dislocării prin mecanismul gazelor; *F* — recuperarea datorită creşterii mobilităţii ţiţeiului.

în zona E: *circa 5—8%* ţiţei se recuperează datorită antrenării petrolului de către gazele rezultate din distilarea ţiţeiului;

în zona F: *6—12%*, ca urmare a creşterii mobilităţii ţiţeiului sub efectul temperaturii mari a aburului injectat.

e. Cercetările au arătat că diferite roci supuse timp de mai multe zile acţiunii aburului, „se înmoaie", reducîndu-şi duritatea. Acest fenomen are loc mai ales atunci cînd formaţiunea în care se injectează abur conţine montmorillonit, caolinit, cuarţ şi carbonaţi. La temepratura de 250—300°C, duritatea rocilor se reduce pînă la 50% [15].

Se crede că „înmuierea" se datoreşte mai ales formării montmorillonitului din caolinită, cuarţ şi carbonaţi, conţinuţi iniţial în rocă, datorită alterării cimentului dintre grăunţele de nisip, urmată de umflarea montmorillonitului prin absorbţie de apă.

Prin umflarea montmorillonitului, permeabilitatea formaţiunii se reduce uneori destul de mult, conducînd la fenomene de blocare a stratului. În cazul în care injecţiile de abur se efectuează în strate care au fost fisurate şi fisurile au fost consolidate cu agenţi de susţinere, se poate produce o „înmuiere" suficientă pentru a provoca o închidere parţială sau totală a fisurilor, urmată de o reducere serioasă a productivităţii sau a injectivităţii.

Prevenirea „înmuierii" rocilor se face prin schimbarea *p*H-ului fluidului de injecţie, în scopul împiedicării formării de montmorillonit, formare care are loc prin dizolvarea parţială şi prin distrugerea matricei iniţiale a rocii şi a materialului de cimentare.

De asemenea, efectul de „înmuiere" poate fi combătut, prin tratarea formaţiunii cu amoniac anhidru sau în soluţie cu fluidul de tratament termic. Concentraţia de amoniac este de 13 — 17 g/dm³.

Prin acest tratament, amoniacul împiedică formarea montmorillonitului, roca îşi recapătă duritatea datorită unor modificări ale mineralelor argiloase care există în compoziţia rocii, recristalizării şi orientării noilor minerale formate, „mică amoniacală" cu celule mărite faţă de „mica" iniţială naturală sau sintetică (10,4 Å) sau faţă de mica sintetică cu celule de 10,0 Å, care nu expandează în apă sau în etilenglicol (reţea micacee stabilă). Compoziţia exactă a acestor mice amoniacale nu s-a putut stabili, dată fiind complexitatea lor; ele par să fie silicate de Al şi K, în care K a fost înlocuit prin NH_3. S-a constatat că montmoriloniţii se pot transforma prin tratare cu abur şi amoniac în argile care nu se mai umflă în contact cu apa. De aici rezultă necesitatea tratării marnelor foioase sensibile la apă din zăcăminte conţinînd argile ce se pot umfla.

f. În timpul injecţiei de abur în formaţiunea productivă, prin condensarea vaporilor de apă se formează emulsii de tipul apă în ţiţei. Prin formarea acestei emulsii, viscozitatea ţiţeiurilor, în loc să se reducă sub efectul temperaturii, poate creşte la valori care să pericliteze reuşita operaţiei. În unele cazuri, se poate întîmpla ca jumătate din căldura introdusă în sondă să fie pierdută pentru a învinge creşterea viscozităţii datorită formării de emulsie [16].

În figurile 8 şi 9 se poate constata variaţia viscozităţii cu temperatura a emulsiilor de tip „apă în ţiţei". Pentru a reduce viscozitatea la 1 000 cP, este suficient ca o emulsie de 4,5% apă să fie încălzită pînă la 120°F (40°C).

Dacă emulsia conţine 50%, va fi nevoie să fie încălzită la 175°F (80°C) pentru a reduce viscozitatea la 1 000 cP.

În scopul evitării formării emulsiilor din apa condensată şi din ţiţeiul din strat, se introduc aditivi. Aditivii au o influenţă hotărîtoare asupra costului combustibilului în procesele de injecţie de abur. În cazul unui ţiţei emulsionat, consumurile de combustibil pot fi de trei pînă la cinci ori mai mari decît în cazul extracţiei unui ţiţei cu un procent de emulsie redus la minimum.

După terminarea ciclului de injecţie, se reia exploatarea pînă ce producţia scade la limita economică, cînd se repetă procesul. Dar aburul injectat şi apa de condensare se deplasează în ambele sensuri în strat, deci există condiţii ideale pentru formarea unor emulsii cu mare conţinut de apă. De aceea inhibitorul de emulsie adăugat aburului se deplasează o dată cu el şi cu apa condensată, evitînd formarea de emulsie în toate perioadele ciclului operaţiei. În acest fel, cantitatea

de emulsie fiind redusă, sondele pot produce în bune condiţii, cu o încălzire mai redusă. În cazul în care se continuă introducerea de abur pînă se obţine o temperatură mai ridicată în strat, va rezulta o lărgire a zonei afectate de proces, o mărire a perioadei productive şi o producţie iniţială mai mare. S-a constatat că utilizarea unor astfel de inhibitori lungeşte perioada de producţie cu 2—3 săptămîni sau chiar cu o lună de zile (fig. 10).

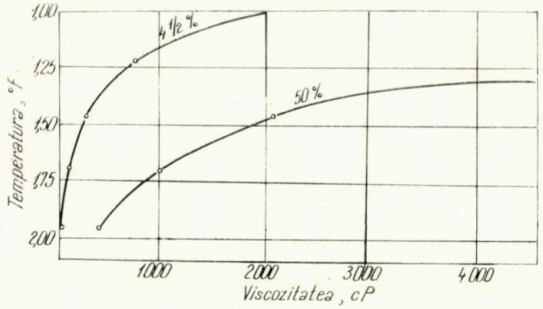


Fig. 8. Variaţia viscozităţii cu temperatura a unei emulsii de tip „apă în ţiţei".

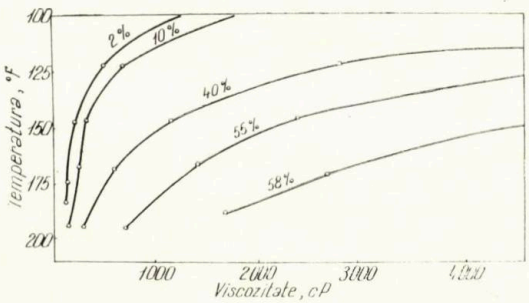


Fig. 9. Variaţia viscozităţii cu temperatura a emulsiilor de tip „apă în ţiţei" după procentul de apă conţinut.

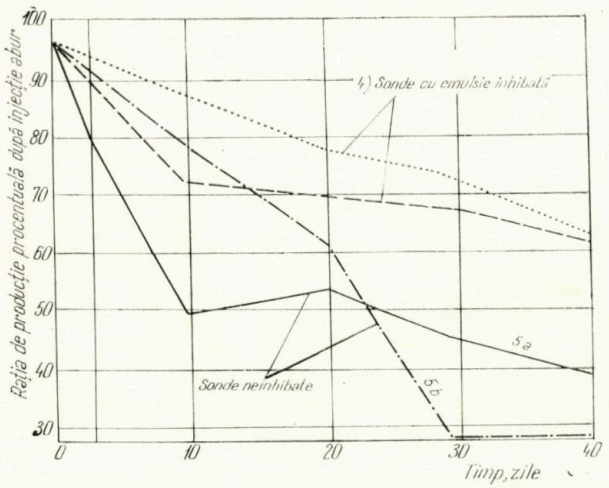


Fig. 10. Variaţia ciclurilor de producţie a sondelor tratate (curbele 4) comparativ cu sondele netratate (curba 5 a *şi* 5*b*) cu inhibitori.

IV. Evoluţia şi calculul producţiei după injecţia ciclică de abur

Recuperarea teoretică. Examinarea rezultatelor de producţie, a temperaturii şi a tendinţelor de declin ale producţiei oferă posibilitatea de a estima producţia obţinută în urma unei tratări prin stimulare cu abur. Dacă scăderea temperaturii poate fi estimată, poate fi estimat şi declinul de producţie.

Temperatura de la talpa sondei determină schimbarea viscozităţii ţiţeiului şi debitele mărite de producţie. S-a constatat că scăderea temperaturii de fund urmează tendinţa de scădere a temperaturii de suprafaţă.

Un exemplu este dat în figura 11. Evoluţia temperaturilor de la 11 sonde diferite, din aceeaşi zonă, arată că diferenţa temperaturii de la suprafaţă urmează o scădere armonioasă. Deoarece temperatura de fund urmează aproximativ aceeaşi scădere, se poate folosi următoarea metodă pentru a determina evoluţia temperaturii:

$$\Delta T_t = \frac{\Delta T_i}{1 + \Delta T_{it}},$$

în care :

ΔT_t este diferenţa de temperatură după t zile ;
ΔT_i — diferenţa iniţială de temperatură ;
D_t — raţia iniţială de scădere a diferenţei de temperatură ;
t — timpul în zile după data măsurării ΔT_i.

S-au fectuat două măsurări ale temperaturii de fund. La terminarea injecţiei de abur, temperatura de fund a fost de 390°F (198,9°C). După 30 de zile, s-au găsit 180°F (82,22°C). Temperatura normală a zăcămîntului este de 130° F (54,44°C)

$\Delta T_i = 390° - 130° = 260°F$ (126,67°C) la t = 0 zile ;
Tt — 180°—130°—50°F (10°C) la t—30 zile

Din ecuaţia de mai sus se obţine :

$$50° = \frac{260°}{1 + D_j\,(30)},$$

din care rezultă valoarea declinului termic iniţial $D_i = 0{,}14$/zi sau 14 % declin zilnic.

Deoarece debitul producţiei de ţiţei este invers proporţional cu viscozitatea ţiţeiului, se poate calcula cu aproximaţie creşterea producţiei prin creşterea temperaturii de fund.

Dacă sonda a produs 4,76 m³/zi ţiţei înainte de tratarea sondei şi în urma tratamentului, viscozitatea a fost redusă la jumătate, producţia care ar rezulta teoretic este estimată la 9,53 m³/zi. Declinul producţiei poate fi calculat după exemplul din tabela 2.

Atît scăderea temperaturii, cît şi declinul producţiei din tabela 2 sînt prezentate în figura 11.

Rezultatele calculate prin această metodă prezintă o producţie teoretică de 3 828 m³ ţiţei, faţă de cei 4 248 m³ ţiţei, realizaţi efectiv în perioada celor 240 de zile de declin termic.

V. Concluzii

1. Stimularea cu abur are cele mai multe şanse de reuşită la ţiţeiurile cu o greutate specifică $\gamma t > 0{,}900$ kgf/dm³, cu viscozităţi mari, la formaţiunile productive cu adîncimi mai mici de 900 m.

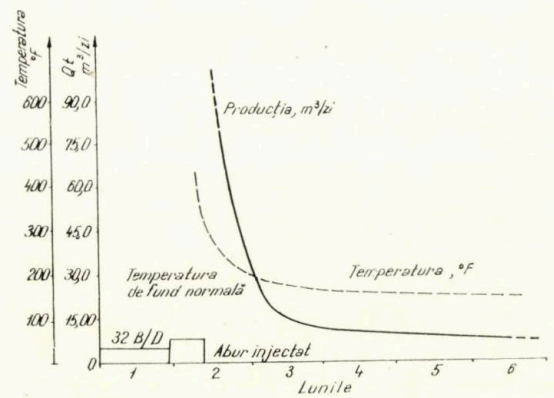


Fig. 11. Variaţia declinului de producţie şi a temperaturii

TABELA 2

Exemplul de calcul al temperaturii de fund şi al declinului de producţie

Timpul, zile	$D_i t$	Temperatura, °F	$1+D_i t\,\frac{\Delta T_1}{1+D_i}$	Temperatura de fund calculată, °F	Viscozitatea ţiţeiului, cP	Multiplul debitului de producţie, l	Debitul de producţie calculat, t/zi (2)	Producţia calculată pentru perioadă, t	Producţia efectivă în timpul perioadei, t	Explicaţii
0	0,0	260	1,0	390	6	55,0	1 760	—	—	(1) Prin multiplu debitului se înţelege raportul dintre viscozitatea normală a zăcămîntului (330 cP. la 130°F) şi viscozitatea calculată (2) Multiplul înmulţit cu debit iniţial, de 32 t/zi, (3) $C = (F-32)-\frac{5}{9}$
5	0,7	153	1,7	283	16	20,6	660	6 050	—	
10	1,4	108	2,4	238	30	11,0	352	2 [illegible]	71[illegible]	
15	2,1	84	3,1	214	45	7,3	234	1 465	1 338	
20	2,8	68	3,8	198	60	5,5	176	1 025	1 094	
25	3,5	58	4,5	188	75	4,4	141	790	1 412	
30	4,2	50	5,2	180	90	4,66	117	650	972	
60	8,4	28	9,4	158	150	2,20	70	2 805	6 146	
90	12,6	19	13,6	149	190	1,74	56	1 875	3 638	
120	16,8	15	17,8	145	220	1,50	48	1 545	2 732	
240	33,6	8	34,6	138	260	1,27	41	5 340	8 667	
Total								24 075	26 716	

2. Sondele care produc ţiţei cu un conţinut mare de apă formează un capitol mai puţin rentabil pentru tratamentele cu abur.

3. Vitezele mici de injecţie şi pierderile mari de căldură pot avea ca urmare un debit net de injecţie, de căldură prea mic, pentru a obţine rezultate pozitive.

4. Stimularea cu abur nu este o metodă universală şi nu poate fi aplicată pretutindeni.

5. În cadrul unei întreprinderi, în primele 11 luni ale anului 1969 au fost efectuate 115 injecţii ciclice cu abur, la un număr de 64 de sonde. În această perioadă s-au injectat 50 954 t abur, realizîndu-se din cele 64 de sonde stimulate un plus de producţie de 19 684,7 t ţiţei. Consumul mediu de abur pe ciclu de injecţie a fost de 442 t, iar consumul specific de abur injectat pe tona de ţiţei extras în plus a fost de 2,6 t/t.

6. Din analizarea celor mai reprezentative sonde stimulate cu abur se pot trage următoarele concluzii:

a) cele mai bune rezultate s-au obţinut în urma stimulării cu un debit mai mare de 300 t abur/ciclu;

b) declinul termic al sondelor tratate este cu atît mai mic cu cît debitele de injecţie sînt mai mari (3—5t/h) şi cantitatea de abur utilizată într-un ciclu este mai mare (peste 300 t/ciclu);

c) un consum specific mic de abur utilizat pe tonă de ţiţei extrasă în plus s-a obţinut la sondele în care s-a injectat o cantitate de abur de 500 t/ciclu, pentru un debit $q > 5$ t abur/h.

La aceste sonde pierderile de căldură în raport cu numărul caloriilor injectate fiind mici, iar cantitatea de abur injectată pe ciclu fiind monoton crescătoare (Q iniţial + 100 t/ciclul următor), s-a obţinut un consum specific de 0,2—2,0 t abur/t ţiţei;

d) este neeconomic procedeul de reluare a ciclului următor de stimulare înainte ca efectul termic al ultimului ciclu nu a fost complet terminat (scăderea temperaturii de talpă aproximativ la valoarea iniţială a formaţiei sau a debitului sondei la limita rezultată din calculul declinului termic);

e) sub efectul termic, prin reducerea viscozităţii ţiţeiului, se reduc substanţial viiturile de nisip la sondele care exploatează formaţii cu nisipuri friabile (sondele 850, 529, 382, 519, 541, 528 etc.);

f) Rezultate slabe s-au obţinut la sondele blocate. După efectuarea unor tratamente urmate de drenaje intense, s-a putut injecta abur, stimularea acestor sonde fiind în toate cazurile deosebit de productivă.

g) Nu este recomandabilă stimularea sondei cu o cantitate de abur inferioară ciclului precedent. Eficienţa operaţiei este slabă prin creşterea consumului specific de abur pe tona de ţiţei extrasă (pînă la 20—60 t abur/t ţiţei şi plusul de producţie/ciclu, nerentabil, chiar pentru stimularea cu debite de 2—3 t/h (sondele: 621, 622, 850, 530 ciclul II etc.);

h) stimularea nu este recomandată în formaţiile cu presiuni scăzute, de ordinul a 2—3 atm, avînd grosimi sub 15m chiar cu condiţia utilizării unor debite superioare de injecţie a aburului (sondele 382, 383, 16);

i) rezultatele mai slabe se obţin la injectarea aburului în sonde prin conductele de amestec. Pierderile de căldură sînt excesiv de mari.

BIBLIOGRAFIE

1. Dumitrescu, H. Mărirea productivităţii sondelor de ţiţei prin injecţie ciclică de abur. Tema I. C. F. E. Cîmpina, 1966.
2. Owens, W. D., Suter, E. Vane. Steam Stimulation — newest form of secondary petroleum recovery. În: Oil Gas J. **63**, nr. 17, 26 april. 1965, p. 82.
3. Gates, C. F., Ramey, H. Y. Better technology opens way for more thermal projects. În: Oil Gas J., **62**, nr. 28, 13 iul. 1964.
4. Mc. Ghee, E. D. Douăzeci de întrebări care necesită răspuns înainte de injectarea aburului. În: Oil Gas Internat. dec. 1965, p. 66.
5. Smith, R. Ch. Steam stimulation in the Oil Recovery. În: Rocky Mountain Oil and Gas Reporter, nr. 9, sept. 1966, p. 20—22;
6. Pavliuc. I. N. Problemele tehnologiei injecţiei ciclice de abur în zăcămînt. În: Neftepromîslovoe **10**, nr. 1, ian. 1969, p. 27.
7. *** În: World Petroleum, **38**, nr. 3, mart. 1967, p. 67.
8. Mose, J. T., White, P. D. How to calculate temperature profiles in Water injection well. În: Oil Gas J., **57**, nr. 11, 9 mart. 1959, p. 174.
9. Socol, S., Metch, M. Stabilirea unor obiective în vederea aplicării pe scară largă a injecţiei ciclice de abur. Tema I. C. F. E. P. **18**, 34, 1/1967, p. 3.
10. Szaszu, S. E., Berry, V. J. The Thermal Recovery Method of Oil. În: Journal Application Physic, **3**, p. 112.
11. Eckert, E. R. G. Introduction to the Transfer of Heat and Mass. Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York, Toronto, London, 1950.
12. Kastrop, J. E. The news about the Stem Stimulation. În: Petroleum Management, **36**, nr. 7. febr. 1964, p. 82.
13. Smith, R. Ch. The Use of Steam Stimulation in Oil recovery. Rocky Mountain. În: Oil and Gas Reporter, nr. 9, sept. 1960, p. 20.
14. Blum, E. Cercetări de laborator pentru injecţie de abur în zăcămintele de ţiţei greu. În: Erdöl und Kohle, nr. 2 febr. 1965, p. 77.
15. Day, J. J. Cercetări de laborator asupra înmuierii rocilor şi a mijloacelor de prevenire, în timpul injecţiei de abur sau de apă caldă: În: Journal of Petroleum Technology, **XIX**, nr. 5, mai 1967, p. 703.
16. Rohrback, G. Un nou aditiv care permite o revizie a calculului economic la stimularea sondelor cu abur. În: Oil Gas, J. **64**, nr. 41, 10 oct. 1966, p. 207.

Studiul transferului de căldură în cazul injecţiei de agenţi calzi în zăcămintele de petrol

N. Puşcoiu

1. Transferul de căldură din sondă în stratele traversate

Pentru a face un calcul de proiectare a procesului de injecţie de fluide calde în zăcămînt, este necesar să se cunoască în prealabil temperatura cu care va ajunge agentul purtător de căldură în formaţiunea geologică respectivă. Trebuie să se determine cantitatea de căldură care se introduce în strat, precum şi distribuţia ei în zăcămînt.

La alegerea agentului purtător de energie termică trebuie să se ţină seamă de caracteristicile calorice ale fluidelor în scopul de a-l alege pe acela care este capabil să transporte în zăcămînt cantitatea cea mai mare de căldură. Din studiile şi experienţele efectuate, atît în condiţii de laborator, cît şi de şantier, s-a ajuns la concluzia că cel mai eficient agent termic este aburul saturat.

Pentru determinarea temperaturii cu care va ajunge fluidul în stratul de ţiţei, trebuie să se ţină seamă de pierderile de căldură care au loc în instalaţia de suprafaţă şi prin ţevile din gaura de sondă.

În scopul reducerii acestor pierderi de căldură, este necesar ca ţevile de extracţie să fie izolate de coloană printr-un packer, deasupra căruia este indicat să se introducă un gaz care la presiune mică să aibă o conductivitate termică scăzută, cum ar fi bioxidul de carbon sau aerul.

Pentru determinarea pierderilor de căldură în gaura de sondă, este necesar să se calculeze coeficientul de transfer de căldură prin pelicula de fluid depusă pe pereţii ţevilor de extracţie, prin oţelul din care este confecţionat materialul tubular, prin gazul din spaţiul inelar, prin burlanele de tubaj şi prin inelul de ciment din spatele coloanei sondei.

Transferul de căldură de la fluidul injectat la ţevile de extracţie se face prin convecţie forţată, prin filmul de lichid de pe pereţi, iar prin ţevile de extracţie se face prin conducţie, iar în spaţiul inelar — în principal, prin convecţie liberă.

Întrucît în calculul acestui transfer complex de căldură intervine un număr mare de variabile pentru simplificarea relaţiilor de calcul se pot admite următoarele:

— avîndu-se în vedere conductivitatea termică relativ mare a oţelului din care este confecţionat materialul tubular, rezistenţa termică a ţevilor de extracţie şi a burlanelor coloanei poate fi neglijată;

— deoarece coeficienţii de transfer de căldură, ai peliculei de lichid de pe pereţii ţevilor şi ai burlanelor au valori mari, rezistenţa termică a acestei pelicule poate fi, de asemenea, neglijată, fără ca acestea să genereze erori prea mari în calculele efectuate.

Ceea ce rămîne de determinat sînt rezistenţele termice create de gazul din spaţiul inelar.

Se poate considera cu suficientă exactitate că cimentul din spatele coloanei are aceeaşi conductivitate ca şi roca de zăcămînt dacă densităţile şi conţinutul în umiditate sînt aproximativ aceleaşi.

Ţinînd seamă de presupunerile făcute, variabilele care influenţează asupra valorii coeficientului general de transfer de căldură, în cazul injecţiei de apă caldă, pot fi exprimate în grupe adimensionale legate între ele prin următoarea relaţie [1]:

$$\alpha = \frac{\lambda}{L}\left(\frac{v\rho L}{\mu}\right)^{\delta_1}\left(\frac{c_p\mu}{\lambda}\right)^{\delta_2}\left(\frac{\beta g \Delta T L^3 \rho^2}{\mu^2}\right)^{\delta_3}, \quad (1)$$

în care:

- α este coeficientul de transfer de căldură de la fluidul din interiorul ţevilor la mediul exterior, kcal/m², °C, h;
- λ — coeficientul de conductivitate termică, kcal/m, °C, h:
- L — lungimea garniturii de ţevi de extracţie, m;
- v, ρ, μ — viteza, m/s, densitatea fluidului cald, kg/m³, viscozitatea dinamică a fluidului, cP;
- c_p — căldură specifică la presiune constantă a fluidului, kcal/kg, °C;
- β — coeficientul de dilatare volumetrică a materialului, vol/vol sau 1/T;
- g — acceleraţia gravitaţională, m/s²;
- ΔT — diferenţa de temperatură între spaţiul interior al ţevilor şi mediul exterior, °C;
- δ_1, δ_2, δ_3 — constante care trebuie determinate experimental.

În ecuaţia (1), grupul $(v\rho L/\mu)$ reprezintă numărul Reynolds şi poate fi considerat ca raportul dintre forţele de inerţie (ρv^2) şi forţele

de viscozitate ($\mu v/L$); grupul ($c_p\mu/L$) — numărul Prandtl — reprezintă raportul dintre viscozitatea cinematică (μ/ρ) şi conductivitatea termică ($\lambda/c_p\rho$); grupul ($\beta g\Delta TL^3\rho^2/\mu^2$) — numărul Grashof — este un raport între forţele de flotabilitate pe unitatea de suprafaţă ($\beta g\Delta TL\rho$) şi forţele de vîscozitate ($\mu v/L$).

În cazul transferului de căldură prin convecţie forţată, numărul Grashof poate fi neglijat.

Regimul de curgere a apei calde prin ţevile de extracţie poate fi caracterizat cu ajutorul numărului Reynolds (N_{Re}). Dacă $N_{Re} > 10\,000$, în ţevile de extracţie există condiţii pentru curgere turbulentă. În acest caz, relaţia (1) are forma următoare:

$$\frac{\alpha d}{\lambda} = b\left(\frac{d\,w}{\mu}\right)^{\delta_1}\left(\frac{c_p\,\mu}{\lambda}\right)^{\delta_2}, \qquad (2)$$

în care:

d este diametrul interior al ţevilor, m;
b — constantă care se determină experimental;
w — viteza masică a fluidului injectat.

Din experienţele efectuate cu vapori şi lichide cu viscozităţi mici, s-au determinat următoarele valori pentru constantele din ecuaţia (2):

$$b = 0{,}023\,;\ \delta_1 = 0{,}8\,;\ \delta_2 = 0{,}4$$

În regimul de curgere tranzitoriu, între curgerea vîscoasă şi turbulentă, în care valoarea numărului Reynolds este cuprinsă între 2 100 şi 10 000, relaţia (2) poate fi folosită şi pentru studiul mişcării gazelor în ţevile de extracţie, exceptînd cazul cînd $w < 1200\ p^{2/3}$, în care p este presiunea, at.

Pentru studiul curgerii vîscoase (laminare), adică atunci cînd valoarea numărului Reynolds, $d\rho v/\mu$, este cuprinsă între 100 şi 2100, se poate folosi următoarea relaţie [1]:

$$\frac{\alpha d}{\lambda} = 1{,}86\left(\frac{d\,w}{\mu}\cdot\frac{c_p\,\mu}{\lambda}\cdot\frac{d}{L}\right)^{0.33}\left(\frac{\mu}{\mu_p}\right)^{0.14}, \qquad (3)$$

în care μ_p este viscozitatea fluidului la peretele ţevilor de extracţie.

La valori mici ale numărului Reynolds, care corespund la viteze mici ale fluidului de injecţie şi, în general, la convecţia liberă, numărul Grashof nu poate fi neglijat, întrucît forţele de flotabilitate, datorită diferenţelor de temperatură, devin semnificative.

În cazul injecţiei cu abur, calculul coeficientului de transfer de căldură de la fluidul din ţevile de extracţie la stratele traversate de sondă se poate face folosind ecuţia (1) modificată sub forma:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\alpha} + \left(\frac{r_e - r_i}{\lambda_t}\right) + \frac{1}{\alpha_{tc} + \alpha_c}, \qquad (4)$$

în care:

α reprezintă coeficientul general de transfer de căldură;
α_1 — coeficientul de transfer de căldură prin pelicula de lichid de pe pereţii ţevilor;
α_{tc} — coeficientul de transfer prin spaţiul dintre ţevi şi coloană;
α_c — coeficientul de transfer de la coloană la cimentul din spate;
λ_t — conductivitatea termică a ţevilor de extracţie;
r_i, r_e — raza interioară, respectiv exterioară a ţevilor.

Pentru determinarea cantităţii de căldură care ajunge în strat, este necesar să se calculeze variaţia calităţii aburului de-a lungul garniturii de ţevi de extracţie.

Prin calitatea aburului se înţelegere cantitatea de vapori existentă în amestecul de abur, exprimată în procente. De obicei, aburul folosit pentru injecţie este de calitatea 80%, restul de 20% rămînînd sub formă de apă care să conţină sărurile existente în apa de alimentare, evitînd în acest fel depunerea acestor săruri în generatoarele de abur.

Pentru determinarea pierderilor de căldură în cazul injecţiei de agenţi calzi, în literatura de specialitate există un număr mare de lucrări, astfel: Smith [1] a elaborat o lucrare de sinteză privind metodele folosite pentru recuperarea secundară a ţiţeiului — injecţie de apă, gaze, combustie subterană şi injecţie de agenţi calzi, Marx şi Langenheim [1] tratează problemele legate de injecţia de abur [1], Bleakley [6] descrie metodele termice folosite pentru recuperarea ţiţeiului, Ciarnîi [8], Malofeev [10], Djamalov [11], Mustafaev [12] şi alţii analizează fenomenele termice care se petrec în procesul de injecţie a apei calde în zăcămintele de petrol.

2. Transferul de căldură de la agentul cald injectat la roca de zăcămînt

În lucrările publicate pînă în prezent s-a admis apriori că egalizarea temperaturilor între fluidul injectat şi roca poroasă se face practic instantaneu, presupunere care, de altfel, s-a confirmat cu ocazia experienţelor făcute atît în condiţii de laborator, cît şi de şantier.

În această lucrare, va fi demonstrată analitic exactitatea acestei presupuneri. În acest scop s-a elaborat un model matematic care să elucideze problema enunţată.

Faptul că în procesul de injecţie de fluid cald, în zăcămînt, se realizează un contact termic între două faze pe o suprafaţă mare permite modelarea transferului de căldură cu ajutorul a două plăci infinite, uniforme, *1* şi *2*, cu temperaturi iniţiale diferite, care se suprapun în momentul $t = 0$. Cele două plăci reprezintă

suprafața desfășurată a volumului de pori — placa *2* — și a fluidului care saturează porii în momentul injecției — placa *1*.

Temperaturile celor două plăci, la suprafața de contact, se egalizează în timp. Curentul termic prin suprafețele exterioare ale plăcilor se consideră inexistent.

Problema care se pune este de a se determina diferența temperaturilor medii ale plăcilor în contact, în funcție de timpul t.

Se folosesc aceleași notații din capitolul 1 adăugîndu-se numai grosimile plăcilor h_1 și h_2.

Suprafața de contact a celor două plăci se ia în originea unui sistem de axe de coordonate, unde verticala $x = 0$.

În acest caz, condițiile inițiale ale plăcilor se vor scrie astfel:

— temperaturile inițiale să fie constante:

$$T_1(x,0) = T_{0,1} \quad \text{și} \quad T_2(x,0) = T_{0,2}; \tag{5}$$

— temperaturile la suprafețele de contact să se păstreze egale în timp:

$$T_1(0,t) = T_2(0,t); \tag{6}$$

— curenții termici prin suprafețele de contact să fie egali:

$$q_0(t) = -\lambda_1 \frac{\partial T_1(x,t)}{\partial x} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2(x,t)}{\partial x}; \tag{7}$$

— să nu existe curenți termici prin suprafețele exterioare ale plăcilor:

$$\frac{\partial T_1(x,t)}{\partial x} = \frac{\partial T_1(x,t)}{\partial x}, \tag{8}$$

$$x = -h_1 \qquad x = h_2$$

Variația temperaturii sistemului de plăci de-a lungul axei x-lor se face în funcție de variația temperaturilor în timp a celor două plăci, cît și de difuzitatea termică a sistemului, deci:

$$a_1 \frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial x^2} = \frac{\partial T_1(x,t)}{\partial t} \tag{9}$$

și:

$$a_2 \frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial x^2} = \frac{\partial T_2(x,t)}{\partial t} \tag{10}$$

Folosind transformata lui Laplace $T(x,t) \leftrightarrow T_i(x,s)$ și aplicînd condiția (5), se obține:

$$\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} \leftrightarrow s T_i(x,s) - T_0. \tag{11}$$

În acest caz, sistemul de ecuații (9) și (10) ia forma:

$$a_1 \frac{d^2 T_{i1}(x,s)}{dx^2} = s T_{i1}(x,s) - T_{01}; \tag{12}$$

$$a_2 \frac{d^2 T_{i2}(x,s)}{dx^2} = s T_{i2}(x,s) - T_{02}. \tag{13}$$

Soluția generală a unui astfel de sistem de ecuații are forma [9]:

$$T_{i1}(x,s) = \frac{T_{01}}{s} + A_1 sh \sqrt{\frac{s}{a_1}}\, x + B_1 ch \sqrt{\frac{s}{a_1}}\, x; \tag{14}$$

$$T_{i2}(x,s) = \frac{T_{02}}{s} + A_2 sh \sqrt{\frac{s}{a_2}}\, x + B_2 ch \sqrt{\frac{s}{a_2}}\, x, \tag{15}$$

în care A_1, A_2, B_1 și B_2 sînt constante care se determină din condițiile limită (6), (7) și (8), astfel:

— din condiția (6) se obține:

$$\frac{T_{01}}{s} + B_1 = \frac{T_{02}}{s} + B_2; \tag{16}$$

— din condiția (7) rezultă:

$$\sqrt{\lambda_1 c_1}\, A_1 = \sqrt{\lambda_2 c_2}\, A_2; \tag{17}$$

— din condiția (8);

$$A_1 ch \sqrt{\frac{s}{a_1}}\, h_1 = -B_1 sh \sqrt{\frac{s}{a_1}}\, h_1; \tag{18}$$

$$A_2 ch \sqrt{\frac{s}{a_2}}\, h_2 = -B_2 sh \sqrt{\frac{s}{a_2}}\, h_2. \tag{19}$$

Întrucît temperatura medie a celor două plăci depinde de curenții de căldură ce trec prin suprafața de contact care se determină din condițiile (7) și (17), atunci pentru rezolvarea problemei este suficient să se determine valoarea constantei A_1, astfel:

$$A_1 = \frac{\Delta T_0}{s} \cdot \frac{\sqrt{\lambda_2 c_2}\, sh \sqrt{\frac{s}{a_1}}\, h_1\, sh \sqrt{\frac{s}{a_2}}\, h_2}{\sqrt{\lambda_1 c_1}\, sh \sqrt{\frac{s}{a_1}}\, h_1\, ch \sqrt{\frac{s}{a_2}}\, h_2 + \sqrt{\lambda_2 c_2}\, h_1\, sh \sqrt{\frac{s}{a_2}}\, h_2}, \tag{20}$$

în care: $\Delta T_0 = T_{01} - T_{02}$; $T_{01} > T_{02}$

Folosind relațiile (20) și (17) se obține următoarea expresie a funcției curentului termic prin unitatea de suprafață de contact:

$$q_0(s) = \frac{\Delta T_0}{s} \cdot \frac{\sqrt{\lambda_1 c_1 \lambda_2 c_2}\, sh \sqrt{\frac{s}{a_1}}\, h_1\, sh \sqrt{\frac{s}{a_2}}\, h_2}{\sqrt{\lambda_1 c_1}\, sh \sqrt{\frac{s}{a_1}}\, h_1\, ch \sqrt{\frac{s}{a_2}}\, h_2 + \sqrt{\lambda_2 c_2}\, ch \sqrt{\frac{s}{a_1}}\, h_1\, sh \sqrt{\frac{s}{a_2}}\, h_2}. \tag{21}$$

Cantitatea totală de energie termică transmisă prin unitatea de suprafață de contact va fi dată de relația:

$$W_{1,2} = \int_0^t q_0(t)\, dt, \tag{22}$$

sau din ecuația lui Laplace:

$$W_i = \frac{q_0(s)}{s}. \tag{23}$$

Pe măsura creșterii energiei termice $W_{1,2}(t)$, se schimbă și temperatura plăcilor conform ecuațiilor:

$$\Delta T_1 = \frac{-W_{1,2}(t)}{c_1 h_1}; \Delta T_2 = \frac{W_{1,2}(t)}{c_2 h_2}, \tag{24}$$

iar diferența temperaturilor medii ale plăcilor este dată de expresia:

$$\Delta T_{1,2}(t) = \Delta T_0 - \frac{c_1 h_1 + c_2 h_2}{c_1 h_1 c_2 h_2} W_{1,2}(t), \tag{25}$$

sau de ecuația lui Laplace, în care se iau în considerație și relațiile (21) și (22):

$$\Delta T(s) = \frac{\Delta T_0}{s}\left[1 - \frac{c_1 h_1 + c_2 h_2}{c_1 h_1 c_2 h_2}\cdot\frac{1}{\sqrt{s}}\cdot \right.$$
$$\left. \cdot \frac{\sqrt{\lambda_1 c_1 \lambda_2 c_2}\, sh\sqrt{\frac{s}{a_1}} h_1\, sh\sqrt{\frac{s}{a_2}} h_2}{\sqrt{\lambda_1 c_1}\, sh\sqrt{\frac{s}{a_1}} h_1\, ch\sqrt{\frac{s}{a_2}} h_2 + \sqrt{\lambda_2 c_2}\, ch\sqrt{\frac{s}{a_1}} h_1 sh\sqrt{\frac{s}{a_2}} h_2}\right] \tag{26}$$

Pentru simplificarea expresiei (26) se va considera că cele două plăci sînt confecționate din același material, deci:

$$\lambda_1 = \lambda_2 \quad \text{și} \quad c_1 = c_2$$

În acest caz:

$$\Delta T(s) = \frac{\Delta T_0}{s}\left[1 - \frac{h_1 + h_2}{h_1 h_2}\sqrt{\frac{a}{s}}\frac{sh\sqrt{\frac{s}{a}} h_1\, sh\sqrt{\frac{s}{a}} h_2}{sh\sqrt{\frac{s}{a}}(h_1 + h_2)}\right] \tag{27}$$

Se poate considera că termenul al doilea din partea dreaptă a ecuației (27) este raportul a două polinoame $\Phi(s) : \varphi(s)$, astfel:

$$\varphi(s) = s\left[\frac{h_1 + h_2}{\sqrt{a}} + \left(\frac{h_1 + h_2}{\sqrt{a}}\right)^3 \frac{s}{3!} + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{h_1 + h_2}{\sqrt{a}}\right)^5 \cdot \frac{s^2}{5!} + \ldots + \right] \tag{28}$$

$$\Phi(s) = \frac{h_1 + h_2}{h_1 h_2}\sqrt{a}\,\frac{sh\sqrt{\frac{s}{a}} h_1}{\sqrt{s}} \cdot \frac{sh\sqrt{\frac{s}{a}} h_2}{\sqrt{s}} \tag{29}$$

Pentru a trece de la soluția dată de ecuația (27), la soluția inițială, se poate folosi următoatoarea relație [9]:

$$L^{-1}\left[\frac{\Phi(s)}{\varphi(s)}\right] = \sum_{k=1}^{k} \frac{\Phi(s_n)}{\varphi'(s_n)} e^{s_n t}, \tag{30}$$

în care s_n este rădăcina polinomului $\varphi(s)$.

Pentru a se obține rădăcina funcției $\varphi(s)$ se egalează cu zero ecuația (28) și astfel se obțin rădăcina $s_0 = 0$ și seria de rădăcini iraționale:

$$s_n = -\frac{n^2 \pi^2 a}{(h_1 + h_2)^2}, \tag{31}$$

în care $n = 1, 2, 3, \ldots\ldots$

Valorile rădăcinilor (31) se determină din următoarea relație:

$$sh\sqrt{\frac{s}{a}}(h_1 + h_2) = \frac{1}{r}\sin I\sqrt{\frac{s}{a}}(h_1 + h_2) = 0, \tag{32}$$

în care I este o funcție Bessel de argument $z = \sqrt{\frac{s}{a}}(h_1 + h_2)$. Valoarea aproximativă a funcției $I(z)$ se poate determina cu următoarea relație:

$$I(z) \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi Z}} e^{-Z} \tag{33}$$

Derivata funcției $\varphi(s)$, pentru $s_0 = 0$, are forma:

$$\lim_{s \longrightarrow 0} \varphi'(s) = \frac{h_1 + h_2}{\sqrt{a}} \tag{34}$$

Pentru alte rădăcini:

$$\varphi'(s_n) = (-1)^n \frac{h_1 + h_2}{2\sqrt{a}} \tag{35}$$

Valoarea funcției $\Phi(s)$ pentru $s_0 = 0$, este:

$$\Phi(0) = \frac{h_1 + h_2}{\sqrt{a}}. \tag{36}$$

Pentru alte rădăcini;

$$\Phi(s_n) = \frac{(h_1 + h_2)^3 \sin\frac{n\pi h_1}{h_1 + h_2} \sin\frac{n\pi h_2}{h_1 + h_2}}{h_1 h_2 n^2 \pi^2 \sqrt{a}} \tag{37}$$

Conform relațiilor (30), (34) și (36), pentru momentul inițial, primul membru al soluției funcției $\Phi(s)$ este egal cu unitatea, membrii următori, conform cu (35) și (37), se determină folosind relația:

$$\frac{\Delta T_n(t)}{\Delta T_0} = (-1)^n \frac{2(h_1 + h_2)^2}{n^2 \pi^2 h_1 h_2} \sin\frac{n\pi h_1}{h_1 + h_2} \cdot$$
$$\cdot \sin\frac{n\pi h_2}{h_1 + h_2} e^{-\frac{n^2\pi^2 a}{(h_1 + h_2)^2} t} \tag{38}$$

Expresia (38) se poate scrie sub forma unei serii infinite, astfel:

$$\Delta T(t) = \Delta T_0 \frac{2(h_1 + h_2)^2}{\pi^2 h_1 h_2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \sin\frac{n\pi h_1}{h_1 + h_2} \cdot$$
$$\cdot \sin\frac{n\pi h_2}{h_1 + h_2} e^{-\frac{n^2\pi^2 a}{(h_1 + h_2)^2} t} \tag{39}$$

Pentru suma grosimilor plăcilor $h_1+h_2=\text{const}$, valoarea maximă a diferenţei de temperatură corespunde cazului $h_1 = h_2 = h$, pentru care expresia (39) se simplifică astfel :

$$\Delta T_m = \frac{8}{\pi^2}\Delta T_0 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{exp\left[-\frac{(2n-1)^2\pi^2 a t}{4h^2}\right]}{(2n-1)^2} \quad (40)$$

Pentru ca această serie să se poată folosi în aplicaţiile practice, se dau valori coeficienţilor de difuzivitate termică, a, corespunzătoare materialelor prin care se face transferul de căldură. Astfel, pentru nisip umed $a = 0{,}0049$ cm²/s, pentru argilă refractară $a = 0{,}0051$, pentru cretă $a = 0{,}0053$ cm²/s etc. Întrucît valoarea coeficienţilor de difuzivitate termică variază în limite relativ înguste, pentru nisipuri şi gresii se poate lua $a = 0{,}005$ cm²/s.

Admiţînd o eroare a calculelor de ordinul a 1%, cel de-al doilea termen al seriei (40), la o valoare pentru raportul $a\,t/h^2$ care rezultă din inegalitatea (41), poate fi neglijat [9] :

$$\frac{at}{h^2} \geqslant 0{,}125 \quad (41)$$

Dînd valorile : $h = 5.10^{-4}$ cm şi $a = 5.10^{-3}$ cm²/s, din inegalitatea (41) se obţine că după $t = 6{,}25 \cdot 10^{-6}$ s de la introducerea fluidului în zăcămînt, pentru determinarea vitezei de egalizare a temperaturii în strate, se poate folosi ecuaţia (42) :

$$\Delta T_m\,(t) \simeq \frac{8}{\pi^2}\Delta T_0\, e^{-\frac{\pi^2 a}{4h^2}t} \quad (42)$$

O asemenea formulă analogă cu (42) se poate obţine şi din legea de transfer de căldură a lui Newton :

$$q = \alpha\,\Omega\,(T-\theta), \quad (43)$$

în care :

- q este fluxul caloric introdus în unitatea de volum de rocă poroasă, kcal/h ;
- T — temperatura agentului de injecţie, °C ;
- θ — temperatura corpului poros, °C ;
- Ω — suprafaţa de umectare a elementului de volum poros, m².

Pentru calculul suprafeţei de umectare, în lucrarea [2] se recomandă următoarea formulă :

$$\Omega \simeq 6{,}31\cdot 10^3 \cdot m \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}, \quad (44)$$

în care :

- m este porozitatea rocii, în fracţie zecimală ;
- k — permeabilitatea în Darcy.

Grosimea medie a stratelor de fluid existent în porii rocii (h_f) şi ai corpului solid al rocii (h_s) se poate calcula astfel :

$$h_f = \frac{m}{\Omega};\quad h_s = \frac{1-m}{\Omega}, \quad (45)$$

Dacă în relaţia (43) se consideră $T - \theta \simeq \Delta T$ şi $q = -c\,\Omega\,h\,\frac{d\Delta T}{dt}$, se ajunge la următoarea expresie :

$$\Delta T = \Delta T_0\, e^{-\frac{\alpha t}{ch^2}} \quad (46)$$

în care ΔT_0 reprezintă diferenţa de temperatură dintre fluidul cald introdus şi mediul poros.

Viteza de egalizare a temperaturilor, după formula (42), depinde de pătratul grosimii stratelor care vin în contact, iar după formula lui Newton (46) — de grosimea stratului la puterea întîi, ceea ce nu corespunde realităţii. De exemplu : dacă se ia $\alpha = 50$ kcal/m².h°C, $c=625$ kcal/m³, °C, atunci pentru $h=5.10^{-6}$m, expresia $\frac{\alpha t}{ch} = 1{,}6\cdot 10^4$ oră$^{-1}$ $= 4{,}44$ s^{-1}, pe cînd din formula (42) rezultă că procesul de egalizare a temperaturilor între fluidul cald şi rocă se petrece de o mie de ori mai repede decît rezultă din formula lui Newton (46). Pentru a pune în concordanţă aceste două formule, este necesar să se ia pentru coeficientul α valorile folosite de Newton. De exemplu, pentru $\lambda_1 = \lambda_2$ şi $h_1 = h_2$, din formulele (42) şi (46) se obţine :

$$\alpha = \frac{\pi^2}{4}\frac{a\,c}{h} = \frac{\pi^2}{4}\cdot\frac{\lambda}{h} \simeq \frac{\pi^2}{4}\cdot\frac{\Omega\cdot\lambda}{1-m} \quad (47)$$

După cum se vede din această relaţie, valoarea coeficientului de transfer de căldură α depinde nu numai de conductivitatea termică λ, ci şi de dimensiunile mediului poros h sau de suprafaţa de umectare Ω.

Dacă se consideră că procesul de egalizare a temperaturilor este practic terminat cînd diferenţa de temperatură coboară pînă la o miime din valoarea iniţială, sau cînd $\frac{\Delta T(t)}{\Delta T_0} < 0{,}001$, atunci intervalul de timp (care răspunde acestei condiţii), obţinut cu formula (42), se determină astfel [9] :

$$\frac{at}{h^2} \geqslant 3 \quad (48)$$

Modelarea efectuată dă o imagine reală asupra modului cum se desfăşoară procesul de transfer de căldură de la fluidul cald injectat, la mediul poros.

3. Studiul variației temperaturii în zona afectată de fluidul cald injectat în zăcământ

În procesul de injecție de abur, în zăcământ se formează două zone, una de abur și alta de apă caldă provenită din considerarea aburului pe măsură ce acesta cedează căldura mediului înconjurător.

Pentru studiul variației temperaturii în zăcământ, se admite că:

— temperatura în zona de vapori este constantă și egală cu temperatura aburului saturat;

— proprietățile termice ale condensatului și fluidului care satura inițial stratul sînt aceleași;

— stratul este omogen și izotrop, iar rocile din patul și acoperișul stratului productiv sînt și ele izotrope și impermeabile pentru abur și apă;

— egalizarea temperaturilor între agentul termic injectat și rocă se produce practic instantaneu (așa cum s-a determinat în capitolul 2);

— proprietățile termice ale sistemului sînt invariabile la temperatură.

În aceste condiții, temperatura stratului în zona de condensat T (°C) va depinde de: cantitatea de căldură injectată în unitatea de timp H_0 (kcal/h), grosimea stratului h (m), raza sondei r_s (m), temperatura aburului T_a (°C), temperatura inițială a sistemului rocă-țiței T_0 (°C), proprietățile termice ale stratului în zona de vapori; c_1 (kcal/kg,°C), ρ_1 (kg/m³); în zona de condensat: λ_2 (kcal/m,°C, h), c_2, ρ_2, și ale rocilor adiacente stratului cu hidrocarburi: λ_3, c_3, ρ_3.

Deci:

$$T = f(H_0, Ta, T_0, \lambda_2, \lambda_3, c_1, \rho_1, c_2, \rho_2, c_3, \rho_3, h, r_c, r, z, t). \quad (49)$$

În afară de notațiile specificate, relația (49) mai conține raza curentă r (m), coordonata pe verticală a punctului considerat z (m) și timpul de injecție t (h).

Căldura pe unitatea de volum de strat — în zona de vapori și în cea de condensat — și viteza de injecție a agentului termic se determină respectiv cu ajutorul următoarelor formule [11]:

$$c_1 \rho_1 = \frac{m}{T_a - T_0} \rho_r c_r x_r + (1 - m) \rho_s c_s; \quad (50)$$

$$c_2 \rho_2 = m \rho_l c_l + (1 - m) \rho_s c_s, \quad (51)$$

$$H_0 = q [c_r x_r + c_l (T_a - T_0)], \quad (52)$$

în care:

m este porozitatea stratului;

x_r — gradul de uscare a aburului (calitatea aburului);

ρ_r ρ_s, ρ_l — densitatea aburului, a stratului și a apei, kg/m³;

c_s, c_l — căldura specifică a stratului și a apei, kcal/kg, °C;

c_r — căldura latentă de vaporizare a apei, kcal/kg;

q — debitul de abur injectat, kg/h.

Din parametrii care intră în membrul al doilea al ecuației (49) se pot alcătui următoarele grupuri adimensionale:

$$\frac{H_0}{\lambda_2 h (T_a - T_0)} = Q_r; \quad \frac{\lambda_2 t}{c_2 \rho_2 h^2} = F_0; \quad \frac{\lambda_3}{\lambda_2} = \Lambda_3;$$

$$\frac{c_1 \rho_1}{c_2 \rho_2} = C_1; \quad \frac{c_3 \rho_3}{c_2 \rho_2} = C_2; \quad \frac{r_s}{h} = R_s; \quad \frac{r}{h} = R; \quad \frac{z}{h} = Z;$$

$$T^* = \frac{T - T_0}{T_a - T_0} = \frac{\Delta T}{\Delta T_a} \quad (53)$$

În figura 1 sînt reprezentate curbele de distribuție a temperaturii în strat pentru ciclul de experiențe efectuate cu un debit adimensional de abur $Q_r = 50$, [10]. La valori mici ale parametrului R, valoarea temperaturii maxime a stratului T^* — în planul orizontal de simetrie — diferă mult de valoarea medie temperaturii $\overline{T}^*$, iar la valori mari ale parametrului R, temperaturile coincid.

Rezultatele obținute în urma experiențelor efectuate cu diferite debite de injecție arată că alura curbelor de distribuție a temperaturii în strat depinde, în mare măsură, de valoarea debitului adimensional Q_r, și anume, o dată cu mărirea debitului, crește corespunzător și adîncimea de încălzire, iar curbele de temperatură își schimbă alura.

Comparînd curbele de distribuție a temperaturii pentru injecție de apă caldă cu cele ale injecției de abur (fig. 1), rezultă că dacă în primul caz $\overline{T}^* = 1$ numai pentru situația cînd $R = R_s$, în cel de-al doilea caz $\overline{T}^* = 1$ și atunci cînd $R \geqslant R_s$. Acest lucru dovedește că la injecția de abur în strat se creează o zonă cu temperatură constantă (zona de vapori), a

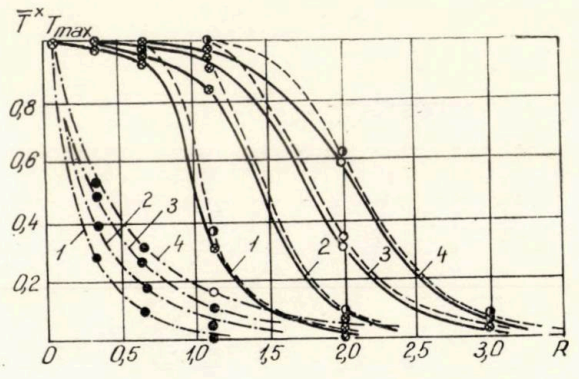


Fig. 1. Distribuția temperaturii pe grosimea stratului la injecția de agent cald în zăcământ:
a — apă caldă; *b* — abur; *c* — distribuția temperaturii maxime la injecția de abur.
1 — $F_0 = 0{,}095$; *2* — $F_0 = 0{,}189$; *3* — $F_0 = 0{,}378$; *4* — $F_0 = 0{,}568$; $Q_r = 50$.

cărei rază, după cum rezultă din figura 1, creşte cu timpul.

Formarea zonei de vapori este condiţionată de faptul că aburul cedează stratului căldura latentă de vaporizare la temperatură constantă. O dată cu creşterea presiunii, căldura latentă de vaporizare şi ponderea ei în entalpia totală a aburului injectat se diminuează. Deci, deosebirea dintre alura curbelor de distribuţie a temperaturii în zăcămînt, în cazul injecţiei de apă caldă şi al injecţiei de abur, la presiuni mari, se atenuează (fig. 1).

În mod similar se reflectă diminuarea gradului de uscare a aburului injectat şi asupra caracterului curbelor de temperatură: astfel, cu cît este mai mic gradul de uscare, cu atît curbele de distribuţie a temperaturii pentru abur se vor deosebi mai puţin de cele pentru apă caldă, iar cînd $x_r = 0$ — curbele coincid.

Folosind parametrii adimensionali (53) şi recalculînd datele experimentale [10] pentru un caz real, s-a obţinut diagrama din figura 2.

Întrucît raza sondei r_s influenţează asupra temperaturii numai în apropierea filtrului sondei, parametrul R a fost neglijat [2].

În această diagramă, încălzirea relativ redusă a stratului se datoreşte debitului mic de abur realizat în condiţii de laborator (5,6 t abur/zi). La debite mari de injecţie, aşa cum se realizează în practică, încălzirea stratului este mult mai mare.

4. Eficienţa procesului de tratament termic al sondelor

Pentru stabilirea eficienţei calorice a procesului de injecţie de agenţi calzi, este necesar să se cunoască coeficientul de utilizare a căldurii η_t. Acest parametru de eficienţă reprezintă raportul dintre cantitatea de căldură acumulată de stratul petrolifer Q_s şi cantitatea totală de căldură Q_0, introdusă în strat prin injectarea agentului cald:

$$\eta_t = \frac{Q_s}{Q_0}. \tag{54}$$

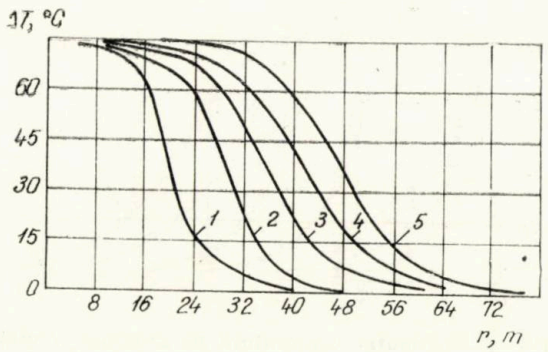


Fig. 2. Distribuţia temperaturii în strat la injecţia de abur (date experimentale recalculate pentru un strat natural $h = 20$ m, $Q_r = 50$, $q = 5{,}6$ t/zi, $T_0 = 26$°C; $T_s = 75$°C, $C_r = 538$ kcal/kg): 1—1,5 ani; 2—3 ani; 3—6 ani; 4—9 ani; 5—12 ani.

Cantitatea de căldură Q_s se poate determina cu ajutorul formulei [10]:

$$Q_s = \pi h \left[c_1 \rho_1 \Delta T_a (r_a^2 - r_s^2) + 2 c_2 \rho_2 \right] \int_{r_a}^{r_t} \Delta \overline{T} r \, dr \tag{55}$$

în care:

$\Delta \overline{T}$ este temperatura medie integrată pe toată grosimea stratului, °C;

r_t — raza de influenţă a căldurii, m;

r_a — raza de acţiune a frontului de abur, m.

Caracterul variaţiei gradului de uscare a aburului în intervalul dintre r_s şi r_a nu se cunoaşte şi, deci, nu se cunoaşte nici căldura specifică a stratului în zona de acumulare a aburului.

Valoarea aproximativă a lui Q_s poate fi calculată cu următoarea formulă:

$$Q_s = 2 \pi h \, c_2 \, \rho_2 \int_0^{r_t} \Delta \overline{T} \, r \, dr \tag{56}$$

Cantitatea totală de căldură transportată în strat, în timpul t, la viteza de injecţie constantă, este dată de relaţia:

$$Q_0 = H_0 t. \tag{57}$$

Introducînd expresiile (56) şi (57) în ecuaţia (55) rezultă:

$$\eta_t = \frac{2 \pi h \, c_2 \, \rho_2}{H_0 \, t} \int_0^{r_t} \Delta \overline{T} \, r \, dr, \tag{58}$$

iar în mărimi adimensionale:

$$\eta_t = \frac{2 \pi}{Q_r F_0} \int_0^{R_t} \overline{T}^* R \, dR \tag{59}$$

unde:

$$R_t = \frac{r_t}{h}.$$

Valorile integralei din ecuaţia (59) au fost calculate pe baza datelor experimentale folosind formula trapezului. Rezultatele sînt reprezentate grafic în figura 3 [10].

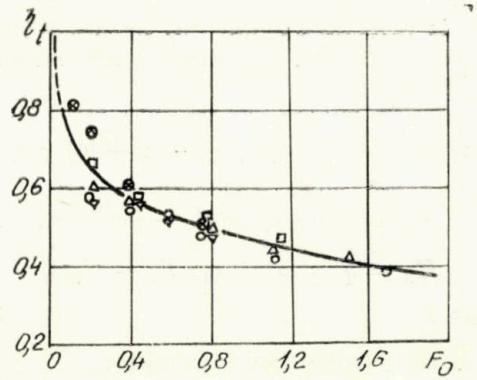


Fig. 3. Relaţia dintre coeficientul de eficienţă a căldurii şi criteriul Fourier cînd Q_r este egal cu: 0—1; Δ—2; □—3; ▽—4; ⊗—5; *1*—17, 14; *2*—23, 72; *3*—30, 14; *4*—40, 20; *5*—50.

Alura curbei $\eta_t = f(F_0)$ arată că eficiența calorică a procesului de injecție de abur depinde de timpul adimensional F_0 (și deci și de timpul dimensional) și nu de debitul de abur adimensional Q_r, deci nici de viteza de injectare a agentului termic. Cantitatea totală de căldură introdusă în strat este direct proporțională însă cu viteza de injecție, ceea ce înseamnă că cu cît această viteză este mai mare, cu atît mai repede se poate încălzi zona respectivă a stratului și deci cu atît mai mare va fi eficiența calorică η_t a procesului de injecție de abur.

BIBLIOGRAFIE

1. Smith, C. R. Mechanics of secondary oil recovery. Reinhold Publishing Corporation. New-York, 1966.
2. Tolstov, L. A. O vlianii diametra scvajinî na raspredelenie temperaturî v plaste pri radialinom tecenii goriacei jidcosti, VNIIOENG, Moscova, 1967.
3. Antimirov, N. Ia. O sovpadenii integralinoi velicinî teplovîh poteri v lineinom i radialinom sluciaiah teplovoi injecții. În: Nefti i Gaz, nr. 9, 1965.
4. Baker, P. E. Heat wave propagation and lasses in thermal oil recovery processes. Proc. 7-th World Petrol Congres, 1967, Mexico, **3**, Barking, 1967.
5. Ramey, J. H., În: Petroleum Engineer, **36**, nr. 12, 1964, p. 110.
6. Bleakley, W. B. The thermal oil recovery process. În: Oil Gaz J. oct. 1964, p. 123.
7. Mandl, G. și Volek, C. W. În: Society of Petroleum Engineers Journal, **9**, nr. 1, mart. 1969, p. 59.
8. Ciarnîi I. A. Nagrevanie prizaboinoi zonî prizakacike vodî v scvajinu N. H. nr. 2 și 3, 1953.
9. Cealiuc, B. E. Termodinamica neftianogo plasta. Nedra, Moscova, 1965.
10. Malofeev, G. E. și colab. Experimentalnoe issledovanie nagrevania plasta pri radialinom tecenii vodianogo para, N. H. nr. 6. 1969, p. 46.
11. Djamalov. M. I. și Mustafaev, V. V.,C voprosu provedenia opîta po zacacike para v plast. N. H. nr. 6, 1969, p. 20.
12. Djamalov, M. I. și Mustafev, V., V. Vlianie sostoiania prizaboinoi zonî scvajinî na effectivnosti teplovoi obrabotchi. N. H. nr. 8, 1969, p. 31.

RECENZII

N. IOANESI și M. CONRAD: **ÎNDRUMĂTORUL LABORANTULUI PETROLIST**, Ed. tehnică, București, 1970.

Progresele tehnice importante realizate în modernizarea industriei de prelucrare a țițeiului extras din zăcămintele din țară sau din import contribuie la obținerea de produse petroliere (combustibili, lubrifianți, materii prime pentru industria chimică de sinteză etc.) de calitate superioară, care satisfac cele mai exigente cerințe ale consumatorilor. Asigurarea acestei calități, în vederea satisfacerii depline a scopului pentru care sînt fabricate produsele petroliere, depinde, în mare măsură, de felul în care se efectuează controlul calității materiilor prime sau a materiilor auxiliare, a produselor obținute în diversele faze al proceselor tehnologice de fabricare, precum și a produselor petroliere finite rezultate ca atare din instalații sau prin amestecarea diferiților componenți obținuți din aceste instalații.

Pentru a se asigura o mai bună funcționare a mașinilor, agregatelor și utilajelor, cît și pentru a se elimina posibilitatea utilizării de produse petroliere de calitate necorespunzătoare, laboratoarele întreprinderilor consumatoare de produse petroliere efectuează controlul calității la recepția acestora și la darea în consum a produselor petroliere, după o depozitare îndelungată sau în condiții necorespunzătoare.

Controlul calității produselor se efectuează cu metode de analiză moderne, rapide și precise, în majoritate standardizate, folosind aparatură de laborator corespunzătoare.

Lucrarea „Îndrumătorul laborantului petrolist" este prima publicație de acest gen din țara noastră. În ea sînt redate metodele de analiză pentru determinarea caracteristicilor generale ale țițeiului și produselor petroliere, ca, de exemplu: densitatea, viscozitatea, distilarea, conținutul de sulf, de apă și de impurități mecanice, de cenușă, de parafină etc., precum și cele pentru determinarea caracteristicilor specifice ale acestora, ca, de exemplu: randamentul de produse de primă distilare din țiței, conținutul de cloruri în țiței, calitățile de ardere ale produselor petroliere utilizate drept combustibili, indicele de viscozitate și stabilitatea la oxidare a uleiurilor, penetrația și punctul de picurare al unsorilor, conținutul de ulei în parafină, ductilitatea și punctul de înmuiere al bitumurilor etc. În partea de început a lucrării sînt redate principalele aparate și soluții de reactivi necesare laboratorului de analize a țițeiului și produselor petroliere, precum și operațiile fundamentale efectuate în laborator, ca de exemplu: încălzirea, extracția, dizolvarea, amestecarea, precipitarea, decantarea, cristalizarea, uscarea etc.

Problemele expuse sînt prezentate în următoarele capitole:

I — Aparatură, operații și soluții de laborator
II — Metodele de luare a probelor pentru analiză
III — Metode generale de analiză
IV — Metode de analiză pentru țiței
V — Metode de analiză pentru produsele petroliere albe
VI — Metode de analiză pentru uleiurile minerale
VII Metode de analiză pentru unsori
VIII — Metode de analiză pentru parafină
IX — Metode de analiză pentru bitumuri
X — Metode de analiză pentru cocsul de petrol
XI — Metode de analiză pentru elementele active ale aditivilor și uleiurilor aditivate
XII — Metode de analiză pentru catalizatorii solizi
XIII — Analiza noxelor din aer.

Metodele de analiză expuse în lucrare sînt de largă circulație internațională, verificate în laboratoarele de specialitate și au o bună repetabilitate și reproductibilitate. La alegerea acestora s-a ținut seama de publicațiile din literatura de specialitate, cît și de standardele existente în țara noastră și în alte țări cu industrie petrolieră dezvoltată.

Lucrarea se adresează laboranților și tehnicienilor din industria de petrol (schele, rafinării, întreprinderi de depozitare, condiționare și desfacere etc.), precum și din toate celelalte industrii care utilizează produsele petroliere. Totodată ea constituie un material prețios pentru studenții facultăților de specialitate, pentru elevii liceelor industriale și școlilor profesionale de specialitate, precum și pentru toți acei care produc, comercializează sau utilizează țițeiul și produsele petroliere.

Editarea lucrării „Îndrumătorul laborantului petrolist" elimină o lipsă resimțită în literatura noastră de specialitate și atinge scopul propus de a pune la dispoziția tuturor laboranților și tehnicienilor, care lucrează în industria petrolieră, cît și în celelalte industrii ale economiei noastre naționale, metodele de analiză moderne, rapide și precise.

Hidrotratarea uleiurilor. II

Rezultate, performanţe şi aspecte economice ale procesului de hidrotratare

A. Nastasi,
I. Zîrnă,
D. Grigoriu,
D. Iorga şi
Fl. Constantin

1. Performanţe ale procesului de hidrotratare

Ca urmare a modificărilor structurale generate de reacţiile care au loc în procedeele de hidrotratare, din proces rezultă uleiuri cu ameliorări nu numai în ceea ce priveşte culoarea, stabilitatea, cifra de cocs, ca în cazul hidrofinării, dar şi ameliorări sensibile ale indicelui de viscozitate, ale punctului de congelare etc. Evident randamentul este sub cel obţinut la hidrofinare, uneori sensibil mai coborît, însă hidrotratarea înlocuieşte treptele de rafinare, cum sînt extracţia cu solvenţi, tratarea cu acid sau alte metode de rafinare, reducînd astfel diferenţa de randament total, la calităţi superioare.

Hidrotratarea se aplică unor uleiuri de compoziţii foarte diferite, urmărindu-se în special, pentru eficienţa procesului, ca aceste uleiuri să fie din grupa uleiurilor cu indici de viscozitate scăzuţi, uleiuri reziduale, uleiuri foarte sulfuroase şi azotoase etc.

Unii autori fac distincţie între două tipuri de hidrotratări, hidrotratare moderată (randamente de 45 — 70%) şi hidrotratare severă (randamente de 35 — 50%). În primul caz, se pot obţine indici de pînă la 100 — 115 (bineînţeles în strînsă dependenţă de indicele şi de compoziţia materiei prime), iar în al doilea caz, se pot obţine indici de peste 125 [2].

Pentru edificare, se redau în tabela 1 performanţele obţinute la o hidrotratare moderată şi la una adîncă pe un ulei rezidual, dezasfaltat, de Kuwait.

Din distribuţia produselor de reacţie, se observă că uleiul de bază prezintă un randament de 53%, în condiţii moderate, şi de 38,9%, în condiţii severe, în primul caz obţinîndu-se un indice de viscozitate de 115, iar în al doilea de 124. Condiţiile de lucru nu sînt date în lucrare, dar se pare că sînt destul de severe, avînd în vedere randamentele care se apropie de cele de la hidrocracare.

Performanţele hidrotratării moderate şi severe au fost cercetate şi pe alte materii prime [2, 3, 7].

În tabelele 2 şi 3 sînt prezentate performanţele obţinute la hidrotratarea unor uleiuri din ţiţei

TABELA 1

Hidrotratarea unui ulei rezidual de Kuwait

Specificaţia	Materia primă	Hidrotratare	
		în condiţii moderate	în condiţii severe
Randamente, % gr.			
Benzină	—	11,0	17,8
Ulei combustibil	—	24,9	33,5
Ulei lubrifiant uşor	—	6,1	5,3
Parafină	—	14,0	13,1
Ulei de bază	—	53,0	38,9
Analize uleiuri de bază :			
Densitate la 15,5°C	0,9340	0,8628	0,8524
Viscozitate, cSt la 98,9°C	34,7	10,25	7,7
Indice de viscoziate	81	115	124

de Vest-Texas, de Kuwait şi de Ordovician. În publicaţiile respective nu se specifică care sînt exact limitele condiţiilor moderate şi severe, dîndu-se numai limitele generale : 380 — 425°C, 100 — 250 at, 0,3 — 1,5 vol/vol. h. Se pare că hidrotratarea moderată are loc la aceleaşi presiuni (150 — 200 at), diferind de cea severă prin temperatură şi viteză volumară.

Din tabelele 2 şi 3 rezultă că în afară de creşterea indicelui de viscozitate, au loc şi ameliorări importante ale cifrei de cocs, ale conţinutului de sulf şi ale culorii.

Creşterea severităţii procesului se remarcă, în special, prin creşterea indicelui de viscozitate al hidrofinatelor şi prin ameliorarea culorii, celelalte caracteristici nesuferind transformări importante. În aceleaşi condiţii de reacţie, rezultatul hidrotratării este mai favorabil în cazul uleiului din ţiţei de Ordovician, care la aproximativ aceleaşi ameliorări prezintă un randament mai ridicat (acest ulei are un conţinut mai mare de naftene condensate şi aromatice).

Pentru a raporta randamentul şi scăderea de viscozitate în funcţie de severitatea condiţiilor şi, deci, de creşterea indicelui de viscozitate, se dau diverse curbe cum sînt cele din figura 1 [2].

Se remarcă scăderea randamentului pe măsură ce se înăspresc condiţiile, pentru a se obţine indici de viscozitate mai ridicaţi. Linia punc-

TABELA 2

Hidrotratarea moderată a unor uleiuri din diverse surse

Specificații	Vest-Texas		Kuwait		Ordovician	
	materia primă	hidrotratat (ulei de bază)	materia primă	hidrotratat (ulei de bază)	materia primă	hidrotratat (ulei de bază)
Randament, % vol.	100	46,0	100	54,5	100	65,6
Randament față de țiței, % vol.	9,9	4,6	12,2	6,6	3,6	2,4
CARACTERISTICI						
Densitatea la 15,5°C	0,9218	0,8654	0,9340	0,8735	0,9100	0,8733
Viscozitate cSt la 98,9°C	34,7	11	34,4	11,9	34,3	13,65
Indice de viscozitate	84	105	81	108	96	109
Punct de congelare, °C	+ 38	−18	+32	−18	+27	−20
Conținut de sulf, % gr.	1,40	0,04	2,94	<0,04	0,19	<0,04
Cifră de cocs, % gr.	1,75	0,01	2,02	0,02	1,86	0,05
Culoare UNION	4,75	1,75	4,75	1,75	8	2,25

TABELA

Hidrotratarea severă a unor uleiuri din diverse surse

Specificații	Vest-Texas		Kuwait		Ordovician	
	materia primă	hidrotratat	materia primă	hidrotratat	materia primă	hidrotratat
Randament, % vol.	100	37,8	100	45,9	100	50,0
CARACTERISTICI						
Densitate	0,9218	0,8550	0,9340	0,8576	0,9100	0,8626
Viscozitate, cSt la 98,9°C	34,7	9,25	34,4	9,5	34,3	9,95
Indice de viscozitate	84	120	81	120	96	120
Punct de congelare, °C	+38	−18	+32	−18	+27	−20
Conținut de sulf, %gr.	1,40	<0,04	2,94	<0,04	0,19	<0,04
Cifră de cocs, % gr.	1,75	< 0,01	2,02	<0,01	1,86	<0,01
Culoare (UNION)	4,75	1,25	4,75	1,50	−8	1,25

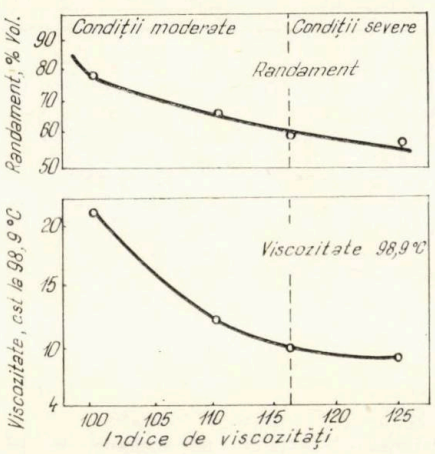


Fig. 1. Rezultate obținute la hidrotatarea unui ulei dezasfaltat de Ordovician.

tată demarchează cele două tipuri de condiții (moderate și severe) despre care s-a discutat (tabela 1) pe o altă materie primă însă (ulei dezasfaltat de Kuwait și nu de Ordovician).

★

În mai multe cazuri, s-a pus problema modului în care se utilizează hidrotratarea în schema de fabricare a uleiurilor de motoare. În general, cele mai multe variante propuse sînt pentru folosirea hidrotratării uleiurilor reziduale dezasfaltate sau a uleiurilor mediu și greu distilate de provenință nafteno-aromatică deparafinate în prealabil sau, în multe cazuri, fără deparafinare prealabilă (în funcție de conținutul în parafine al uleiurilor). În toate cazurile însă hidrotratarea înlocuiește extracția cu solvent, față de care are uneori o anumită superioritate. Pentru a releva cele arătate, se redă în tabela 4 o comparație a performanțelor hidrotratării față de extracția cu solvent, pentru un ulei de Ordovician.

Comparația este făcută în condițiile obținerii prin cele două procedee a unui ulei cu indice de viscozitate de 110.

Din tabela 4 se observă că pentru același indice de viscozitate, pornind de la o materie primă cu indice de viscozitate ridicat, hidrotratarea duce la randamente mai mari (69,9%

TABELA 4

Comparație între hidrotratare și extracția cu solvent (ulei de Ordovician)

Caracteristici	Materia primă	Hidrotratat	Extracția cu solvent
Randament de ulei (385 + °C), % vol.	100	69,9	51,2
Densitate la 15,5°C	0,9030	0,8687	0,8691
Viscozitate, cSt			
37,8°C	76,3	46,75	58,3
98,9°C	8,8	6,7	8,0
Indice de viscozitate	90	110	110
Conținut de sulf, % gr.	0,20	<0,05	0,13
Cifră de cocs, % gr.	0,32	<0,01	0,04
Cifră de iod, % gr.	12,4	1,5	6,0
Culoare (Union)	3,25	<1,0	2

TABELA 5

Analiza fracţiunilor distilate dintr-un ulei hidrotratat

Specificaţii	Total	1	2	3	4
Limite de fierbere, °C	>384	384 – 430	430 – 460	460 – 504	>504
Randament, % vol. faţă de uleiul de bază	100	28,5	23,6	22,4	25,6
Densitate la 15,5°C	0,8570	0,8530	0,8193	0,8524	0,8626
Viscozitate, cSt la 98,9°C	6,95	4,42	5,85	7,75	14,7
Indice de viscozitate	120	117	124	121	116
Punct de congelare, °C	−18	−15	−18	−15	−18
ANALIZA STRUCTURALĂ, % mol					
Parafine	1,4	0,0	4,5	3,8	1,1
Naftene necondensate	69	67,9	68,5	70,6	72,2
Naftene condensate					
2 — cicluri	18	19,1	18,3	16,8	16,7
3 — cicluri	5,9	6,4	4,4	4,4	5,0
4 — cicluri	2,3	2,4	1,6	1,8	1,9
5 — cicluri	1,1	1,4	0,9	1,0	1,3
6 — cicluri	0,5	0,8	0,6	0,6	0,6
TOTAL	27,8	30,1	28,8	28,8	25,5
Monoaromatice	1,6	1,8	1,1	0,9	1,1
Aromatice condensate	0,2	0,2	0,1	1,0	0,1
Raport cicluri/mol	1,42	1,51	1,34	1,33	1,40

faţă de 51,2%). Ameliorările conţinutului de sulf, ale cifrei de cocs şi ale culorii sînt superioare celor obţinute prin extracţie, dar viscozitatea uleiului hidrotratat este mai mică.

★

Analizînd mai detaliat fracţiunile unui ulei hidrotratat, se poate constata din tabela 5 distribuţia caracteristicilor analitice ale fracţiunilor [2, 5].

Din această tabelă reiese faptul că fracţiunea 430—460° are cel mai ridicat indice de viscozitate, acesta corespunzînd distribuţiei procentului celui mai ridicat de parafine şi celui mai mic procent de aromatice condensate. Diferenţele analitice dintre fracţiunile respective sînt însă relativ mici.

Pentru ilustrarea în continuare a performanţelor procesului de hidrotratare pe diverse materii prime şi în diverse condiţii, se redau în continuare diferite date extrase din literatura de specialitate.

După randamentele prezentate în tabela 6 [1] şi după parametri, hidrotratarea corespunde hidrotratării moderate (indicii de viscozitate nu sînt prea ridicaţi). Toate caracteristicile prezintă ameliorări, mai ales conţinutul de azot, care în condiţiile hidrofinării nu poate ajunge la gradul de denitrificare de 80—90%, cît se obţine în acest caz (mai ales de la un conţinut iniţial atît de ridicat). Punctul de congelare suferă, de asemenea, o ameliorare, ca o consecinţă a reacţiilor de izomerizare promovate de hidrotratare, precum şi a celorlalte transformări structurale arătate anterior.

Din tabela 7 [6] se observă indicii de viscozitate destul de ridicaţi, care se obţin în condiţiile hidrotratării (118, respectiv, 108), precum şi ameliorarea deosebită a congelării.

TABELA 6

Randamente şi caracteristici ale uleiurilor obţinute prin hidrotratare la 250 at; 400°C; $\omega = 1\ h^{-1}$; H_2/ulei 1 200=1N/1

Caracteristici	Ulei distilat		Ulei rezidual dezasfaltat	
	ulei iniţial	hidrotratat	ulei iniţial	hidrotratat
Viscozitate la 50°C, cSt	—	31,30	—	155,14
Viscozitate la 100°C, cSt	7,29	6,60	23,6	20,70
Indice de viscozitate	—	85	42	87
Sulf, % gr.	1,90	0,14	1,76	0,16
Azot, % gr.	0,1	0,02	0,2	0,03
Punct de congelare, °C	+34	−19	+23	−18
Cifră de cocs, %gr.	0,2	0,03	1,46	0,2
Culoarea (NPA)	8	1 1/2	8	2 1/2+
Culoarea (NPA) după oxidare la 100°C, 18 h	—	2	—	3 +
Randament, % gr.	100	60	100	54

Randamentele corespund unei hidrotratări severe însă la limita inferioară.

Rezultatele redate în tabela 8 [4] indică valoarea ridicată a indicelui de viscozitate (130), în special la hidrotratarea în condiţii severe, precum şi ameliorările substanţiale în conţinutul de sulf şi cifra de cocs. Curbele de distilare ale produselor sînt depărtate de aceea a materiei prime, indicînd distructivitatea şi consecinţele modificărilor structurale.

Din datele prezentate în tabela 9 [4] se remarcă creşterea indicelui de viscozitate la valori destul de ridicate, concomitent cu ameliorarea punctului de congelare, a culorii, a cifrei de cocs şi a conţinutului de sulf. Toate valorile menţionate sînt superioare celor obţinute prin rafinare (absorbţie şi contactare), remarcîndu-se în mod deosebit rezultatele obţinute cu catalizatorul sulfură de wolfram.

TABELA 7

Tratarea cu hidrogen a unor distilate de uleiuri de Tuimaza şi Kuwait (hidrotratare)

Caracteristici	Distilat total brut Tuimaza		Distilat 400 brut Kuwait	
	materie primă	hidrotratat	materie primă	hidrotratat
Densitate la 20°C	0,920	0,868	0,930	0,875
Punct de congelare, °C	+42	−18	—	−15
Viscozitate, cSt : 37,8°C	—	45,95	—	63,90
98,9°C	10,02	7,00	12,52	8,10
Indice de viscozitate	—	118	—	108
Cocs Conradson, % gr	—	—	0,58	0,06
Randamente, % gr.	100			
C_4		4,30		4,20
Benzină		7,50		3,70
Motorină		32,70		19,00
Ulei de fuse SAE 10 SAE 30 SAE 50		47,40		61,40
Parafină		10,0		13,20
		101,9		101,6
Consum hidrogen, m^3/m^3		207		176

TABELA 8

Ulei de bază provenit din ţiţei de Kuwait hidrotratat în condiţii moderate şi severe

Condiţii de hidrotratare		Hidrotratat în condiţii blinde	Hdrotratat în condiţii severe
% vol. alimentare pentru hidrotratare			
Nedeparafinat		93,8	83,2
Deparafinat		71,6	65,6
Densitate la 15,5 °C	0,9310	0,8703	0,8483
Viscozitate la 98,9°C cSt	43,7	9,68	14,5
Indice de viscozitate	—	113	130
Culoare (ASTM)	—	2,0—	1,0—
Sulf, % gr.	2,89	<0,05	<0,05
Cifra de cocs (Ramsbottom), % gr.	1,54	0,04	0,04
Curba de distilare, °C			
% vol.			
10	520	367	361
30	550	450	415
50	—	508	472
70	—	—	—
90	—	538	515

În ultimul timp s-au efectuat şi cercetări privind hidrotratarea uleiurilor de natură parafinoasă. Astfel, de la uleiuri de bază cu indicele de viscozitate de 80, avînd viscozitatea de 19—20°E/50°C şi congelarea de +20°C, s-au obţinut prin hidrotratarea uleiurilor cu indice de viscozitate 136 (128 după deparafinare), la o viscozitate de 3 — 4°E/50°C. Randamentul în ulei hidrotratat, de performanţele celui arătat anterior se situează la aproximativ 70%, procedeul prezentînd deci interes şi pentru acest tip de uleiuri.

2. Aspecte economice ale hidrotratării

Aşa cum rezultă din datele prezentate, hidrotratarea duce la ameliorări superioare procesului de hidrofinare, atît în caractceristicile de bază ale uleiurilor, cît şi în caracteristicile dependente de structură, adică la îmbunătăţirea indicelui de viscozitate, a punctului de congelare etc. Randamentele sînt însă sensibil mai coborîte faţă de hidrofinare, ceea ce poate ridica unele probleme referitoare la economicitatea hidrotratării.

Este evident că hidrotratarea nu înlocuieşte practica hidrofinării, întrucît sînt uleiuri parafinoase, cu indici naturali destul de ridicaţi, care nu fac economică hidrotratarea lor, rezultînd la randamente mici ameliorări de indici prea puţin însemnate. În acest caz, practica extracţiei urmată de hidrofinare se pare că este mai economică sau cel puţin egală. Sînt însă materii prime, uleiuri nafteno-aromatice cu conţinut ridicat de sulf şi azot, care nu pot fi aduse la nivelul uleiurilor de motoare prin extracţie şi prin simplă hidrofinare, decît în condiţii foarte severe de extracţie, făcînd astfel neeconomică combinaţia extracţie-hidrofinare, faţă de hidrotratare. În aceste cazuri sau în cazuri de materii prime intermediare, între cele două extreme arătate, hidrotratarea s-a dovedit superioară economic. Performanţele ei superioare permit punerea sub aspect pozitiv a economicităţii, chiar la randamente mai mici decît cele ale extracţiei.

Dacă problemele de performanţe şi de oportunitate ale hidrotratării nu par să aibă concurenţă în cazul materiilor prime nafteno-aromatice, sulfuroase şi azotoase, sînt totuşi de luat în discuţie problemele costului unei astfel de instalaţii, care tind să echilibreze oarecum economicitatea procesului faţă de extracţie şi de hidrofinare.

Pentru a ilustra cele arătate în tabela 10 se prezintă comparativ costurile pentru o instalaţie de hidrofinare în condiţii severe şi pentru două instalaţii de hidrotratare, una în condiţii moderate şi alta în condiţii severe [4].

Din această tabelă se poate trage o concluzie relativ la costul instalaţiei de hidrotratare faţă de hidrofinare, luînd în consideraţie mai multe variante , şi anume : hidrofinarea blîndă, hidrofinarea severă, hidrotratarea moderată şi hidrotratarea severă.

Costul de exploatare pentru hidrofinarea severă, faţă de hidrofinarea blîndă (nu este trecut în tabelă), este cu aproximativ10 cenţi/barilă mai mare, iar investiţiile cu aproximativ 15% mai mari. Comparînd hidrotratarea cu hidrofinarea, se constată că hidrotratarea mode-

TABELA 9

Rezultatele hidrotratării unui ulei, pe catalizatori oxizi de cobalt – molibden şi sulfură de wolfram, comparativ cu acelaşi ulei rafinat

Indici	Materia primă (ulei Diesel D–11)	Produs hidrotratat		Produs rafinat
		Co–Mo	WS_2	
CONDIŢII DE HIDROTRATARE				
Temperatura, °C	—	425	410	—
Presiunea, at	—	150	150	—
Catalizator	—	Al–Co–Mo	WS_2	—
Randament de hidrotratare, % gr.	100	<90 hidrotratat 78 ulei bază		
Densitate, la 20°C	0,9290	0,8846	0,8620	0,900
Viscozitate la 100°C, cSt	13,0	3,13	2,16	11,2
Indice de viscozitate	31	98,0	112	60,0
Cifra de cocs, % gr.	0,42	0,01	0,01	0,02
Culoare (NPA)	închis	2–	1 1/2	2+
Congelare, °C	–4	–5	–20	–2
Stabilitate AzNII, min	41	131	174	60

TABELA 10

Costurile comparative ale unei instalaţii de hidrofinare în condiţii severe şi a două instalaţii de hidrofinare, în condiţii moderate (capacitate 6 000 bb l/zi)

	Hidrofinare severă	Hidrotratare	
		moderată	severă
Indicele de viscozitate a uleiului hidrotratat	—	100–105	125
Investiţii, dolari:			
— Instalaţie de hidrofinare sau de hidrotratare (inclusiv catalizator)	2 350 000	2 970 000	3 630 000
— Utilităţi şi instalaţii anexe	620 000	650 000	730 000
— Total investiţii	2 970 000	3 620 000	4 360 000
Cheltuieli de fabricaţie cenţi/barilă:			
— Raport la investiţii	16	19,7	24,0
— Mîna de lucru	6	6	6
Utilităţi:			
— Combustibil, 1,18 dolari/barilă FOE	2,1	2,0	2,0
— Energie electrică, 0,8 cenţi/kWh	2,3	6,9	7,7
— Abur, 29 cenţi/1 000 libre . . .	3,3	2,3	2,3
— Catalizator şi chimicale	3,0	5,7	11,1
— Hidrogen	5,0	27,3	32,1
Total cheltuieli de fabricaţie	39	70,4	85,2

rată necesită investiţii cu aproximativ 25–30% mai mari decît hidrofinarea, iar hidrotratarea severă, cu 45–50% mai mari decît hidrofinarea severă.

Cheltuielile de exploatare la hidrotratare în condiţii moderate, sînt cu 30 cenţi pe barilă mai mari decît în hidrofinarea severă, iar cheltuielile de exploatare la hidrotratarea severă cu aproape 4–5 cenţi/barilă mai mari, toate acestea ca rezultat a unor condiţii de exploatare mai severe.

Cheltuielile mai mari de fabricaţie nu reflectă numai condiţiile mai severe de exploatare, ci şi un consum mai mare de hidrogen. Prin hidrogenarea în condiţii severe a unei materii prime de Kuwait, se obţin uleiuri lubrifiante de bază, cu indicele de viscozitate de 125. Aceasta necesită investiţii cu aproximativ 20% mai mari şi cheltuieli de fabricaţie cu aproape 15 cenţi/barilă mai mari decît pentru operaţia de hidrotratare în condiţii blînde.

Relativ la costul instalaţiilor, se observă din tabela 10 diferenţa progresivă a costului instalaţiilor, pe măsură ce creşte severitatea procesului. Costul unei instalaţii de hidrotratare severă se ridică la 4 360 000 dolari, faţă de o instalaţie de aceeaşi capacitate (6 000 bbl/zi), de hidrofinare severă, al cărei cost este de 2 970 000 dolari.

Plecînd de la superioritatea performanţelor hidrotratării şi de la premisa că ea înlocuieşte extracţia, se pare că acest cost ridicat de investiţie, precum şi costurile de exploatare ridicate sînt contrabalansate economic şi uneori chiar favorabile hidrotratării.

BIBLIOGRAFIE

1. Agafonov, Risacov, Proc. 6 th world Petrol. Congr. Sect. III, Frankfurt, 1963.
2. Beuther, H. şi Donalsson, P. În: I. E. C, **3**, nr. 3, sept. 1964.
3. Beuther, H. şi Kartzmark, N. Proc. 5 th world Petrol Congr., New-York, III, Paper 11; 1959, p. 151.
4. Beuther, H. În: Oil Gas J., 16, mai, 1966, p. 185.
5. Dale, H. F. şi Demeester, F. În: Petroleum Refiner, **39**, 251, 3 noiembr. 1960.
6. Delhaye, I. şi colab. În: de l'inst. Franc. du Petrole, ian. 1965, p. 160.
7. Jones, W. ş. a. În: Oil Gas J. **58**, aug. 1960, p. 63.

Studiul adsorbţiei unor substanţe organice pe catalizatori de tip hidrofinare, prin tehnica impulsurilor cromatografice

M. Barbul,
I. Blidişel,
Cecilia Bandrabur şi
E. Welther

Determinarea activităţii catalizatorilor de hidrofinare se face, în general, prin metode directe, în care o fracţiune de ţiţei, cu un conţinut cunoscut de compuşi cu sulf şi azot, este trecută peste stratul de catalizator în condiţii apropiate de cele industriale. Astfel de metode, în care este necesară măsurarea cantităţilor foarte mici de compuşi cu sulf şi azot, pot să dea rezultate contradictorii, datorită, în special, erorilor analitice care pot surveni destul de uşor. În afara faptului că aceste determinări nu dau întotdeauna rezultate care să poată fi interpretate uşor din punctul de vedere al preparatorului de catalizatori, ele sînt costisitoare, necesită un timp de lucru considerabil şi cheltuieli mari.

În literatură sînt prezentate şi o serie de rezultate [1, 2, 3, 4] ale unor determinări de activitate ce au fost făcute prin reacţii pe substanţe pure.

Deşi mecanismele prin care decurg reacţiile de desulfurare şi deazotare nu sînt încă suficient de bine cunoscute, s-au utilizat [5, 6] şi metode indirecte pentru aprecierea activităţii catalizatorilor de tip hidrofinare, în special prin studiul adsorbţiei compuşilor cu sulf la suprafaţa acestora. Între datele de adsorbţie şi cele de activitate s-au găsit chiar corelări cantitative [6], creîndu-se premisele utilizării adsorbţiei ca metodă indirectă pentru aprecierea activităţii catalizatorilor; aceasta cu atît mai mult, cu cît în orice proces catalitic eterogen, adsorbţia reactanţilor la suprafaţa catalizatorilor joacă, fără îndoială, un rol considerabil în mersul reacţiei.

Bazaţi pe aceste considerente, s-a încercat să se stabilească o corelaţie între activitatea catalizatorilor de hidrofinare şi adsorbţia unor substanţe organice la suprafaţa acestora, în scopul elaborării unei metode simple de apreciere indirectă a activităţii catalizatorilor.

Studiul adsorbţiei diferitelor substanţe la suprafaţa catalizatorilor se face fie prin procedee statice (gravimetrice sau volumetrice), fie prin procedee dinamice (în flux), şi anume :

— metoda cromatografică frontală [5, 6];

— metoda cromatografică de eluţie sau, aşa cum este denumită obişnuit în aceste cazuri, metoda prin impuls [7—12].

Metoda cromatografică prin impuls permite studiul adsorbţiei substanţelor în faza gazoasă într-un interval de temperatură relativ mare şi asigură obţinerea unui volum mare de informaţii prin experienţe rapide, cu o aparatură simplă.

În cele ce urmează se dau unele amănunte cu privire la metoda prin impuls, precum şi o serie de rezultate experimentale obţinute cu această metodă în cazul unei serii de catalizatori de tip hidrofinare.

Principiul metodei

Metoda prin impuls se bazează pe relaţia dintre volumul de reţinere şi căldura de adsorbţie a substanţei adsorbite pe un adsorbant dat :

$$\ln V_R^g = \frac{Q}{R.T} + C \qquad (1)$$

unde :

Q este căldura de adsorbţie, kcal/mol;
R — constanta gazelor;
T — temperatura la care are loc adsorbţia, °K;
C — constantă dependentă de entropia de adsorbţie.

Dependenţa liniară a logaritmului volumului de reţinere de inversul temperaturii coloanei cromatografice permite calcularea grafică a căldurilor de adsorbţie. Pentru eliminarea erorilor care ar putea surveni din cauza variaţiilor mici ale condiţiilor de lucru, este necesar ca în calculul căldurii de adsorbţie să se folosească volumul de reţinere corectat, conform relaţiei:

$$V_R^g = \frac{t \cdot F}{g} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{(p_i/p_e)^2 - 1}{(p_i/p_e)^3 - 1} \cdot \frac{T_{col}}{T_e} \qquad (2)$$

unde :

V_R^g este volumul de reţinere corectat, ml;
t — timpul scurs de la ieşirea vîrfului cromatografic al unui gaz inert pînă la ieşirea vîrfului cromatografic corespunzător substanţei adsorbite, s;
g — greutatea adsorbantului, g;

F_i — debitul gazului purtător, măsurat la ieşirea din coloană şi la temperatura camerei, ml/s;
p_i — presiunea la intrarea în coloana cromatografică, mm Hg;
p_e — presiunea la ieşirea din coloana cromatografică, mm Hg;
T_{col} — temperatura coloanei cromatografice, °K;
T_e — temperatura la care se măsoară debitul de gaz purtător, °K.

Rezultatele obţinute pe această cale sînt comparabile cu căldurile de adsorbţie măsurate pe cale calorimetrică. Diferenţele care apar cîteodată între aceste valori experimentale, mai ales în cazul adsorbenţilor cu suprafaţă de eterogenitate pronunţată, se explică prin faptul că, în cazul determinărilor cromatografice, valorile care se obţin se referă la acoperiri foarte mici ale suprafeţei adsorbantului (valori mari ale potenţialului de adsorbţie).

Valorile volumelor de reţinere pe o coloană cromatografică umplută cu un adsorbant oarecare este de aşteptat să dea indicaţii cu privire la numărul centrilor de adsorbţie; valorile căldurilor de adsorbţie sînt informaţii cu privire la tăria legăturilor între substanţa adsorbită şi suprafaţa adsorbantului.

Cantitatea de substanţă adsorbită poate, la rîndul ei, să fie măsurată prin integrarea suprafeţelor vîrfurilor cromatografice [7].

Datele cromatografice de reţinere pot să servească, de asemenea, pentru calcularea constantei de viteză de adsorbţie [13].

Partea experimentală

Materiale folosite

Catalizatorii (adsorbanţii) utilizaţi şi suprafaţa lor specifică sînt daţi în tabela 1. Trebuie menţionat faptul că adsorbţia s-a făcut doar pe catalizatorii în forma lor oxidică.

Substanţele care s-au întrebuinţat ca adsorbaţi au fost următoarele:

— benzen p.a.;
— metilciclohexan p.a.;
— 2,2,4-trimetilpentan p.a.;
— tiofen pur;
— etilmercaptan pur.

Puritatea acestor substanţe a fost controlată pe cale cromatografică şi s-a constatat că, în limita de detecţie a aparatului cromatografic (0,05%), substanţele respective nu prezintă impurităţi.

Aparatura

Instalaţia pentru studiul adsorbţiei prin tehnica impulsurilor constă, în principiu, din următoarele (fig. 1):

— dispozitiv pentru introducerea probelor de substanţă de adsorbit în fază de vapori;

TABELA 1

Catalizatorii folosiţi pentru experimentare

Nr. crt.	Denumirea catalizatorului	Suprafaţa specifică, m/g
1	Al_2O_3	191
2	Al_2O_3 — Co — Mo I	247
3	Al_2O_3 — Co — Mo II	224
4	Al_2O_3 — Ni — Mo	210
5	Al_2O_3 — Co — Mo I uzat	12

— sistemul coloanei cromatografice cu catalizator (adsorbant);
— partea de înregistrare a cromatogramelor.

Dispozitivul de introducere a probelor de adsorbat în stare de vapori este redat în figura 1.

Partea din instalaţie în care are loc adsorbţia pe catalizator este formată dintr-un cromatograf de gaze tip Willy Giede GCHF 18/2, cu celulă de conductibilitate termică, prevăzut cu o coloană în formă de *U*, din oţel inoxidabil, cu lungimea de 300 mm, şi diametrul interior de 6 mm.

Partea de înregistrare este constituită din potenţiometrul electronic înregistrator al cromatografului Willy Giede.

Mersul experienţelor

Pentru fiecare experienţă s-au folosit cîte 3 cm^3 catalizator (adsorbant), care ocupă în coloana cromatografică o lungime de aproximativ 10,5 cm. Pentru eliminarea volumului liber, care în acest caz constituie o sursă de erori, porţiunea de coloană goală a fost umplută cu vată de sticlă (material inert în condiţiile de lucru). Granulaţia catalizatorilor folosiţi a fost de 0,63—1,0 mm.

Înainte de efectuarea fiecărei experienţe, catalizatorii au fost condiţionaţi prin încălzire timp de 4 ore la 190°C în curent de hidrogen. După condiţionare, se trece la adsorbţia propriu-zisă, care constă din introducerea de probe de substanţă vaporizată peste coloana de catalizator (adsorbant), înregistrarea cromatogramelor şi măsurarea timpilor de reţinere. Evaporarea substanţelor de adsorbit s-a făcut la temperatura camerei, în curent de hidrogen (80 ml/min). În timpul unei experienţe, variaţia temperaturii camerei fiind neglijabilă, nu va afecta mărimea probei, deci nici mărirea vîrfului cromatografic, putîndu-se astfel măsura cu precizie timpul de reţinere.

Condiţiile de lucru ale cromatografului de gaze au fost următoarele:

— debitul de gaz purtător, măsurat la ieşirea din coloana cromatografică: 100 ml/min;

— temperatura coloanei cromatografice :100, 125, 150, 175°C;

— intensitatea curentului pentru detector 200 mA.

Durata unei experienţe la patru temperaturi pentru un singur adsorbant, nu depăşeşte 10 ore.

Rezultatele experimentale

Din distanţele de la locul introducerii probelor la maximele vîrfurilor cromatografice şi din viteza hîrtiei se calculează timpii de reţinere a componenţilor adsorbiţi. Acest timp se corectează pentru spaţiile libere ale aparaturii cromatografice.

TABELA 2

Date experimentale la absorbţia pe Al_2O_3

Compus adsorbit	Temperatura coloanei, °K	Presiunea la intrare p_i, mm Hg	Presiunea la ieşire p_e, mm Hg	Greutate catalizator, g	Timp de reţinere, min	V_R^g ml
Benzen	373	796	752	2,1809	1,633	199,9
	398	796	752	2,1809	0,8116	106,2
	423	794	752	2,1809	0,3989	55,63
	448	800	752	2,1809	0,1867	27,4
Metilciclohexan	373	795	754	2,2962	0,8434	103,1
	398	797	754	2,2962	0,4282	55,96
	423	798	754	2,2962	0,2243	31,08
	448	799	754	2,2962	0,1161	17,19
2,2,4-Trimetil-pentan	373	803,5	756,5	2,2863	1,571	192,9
	398	805,5	756,5	2,2863	0,7034	91,74
	423	805,5	756,5	2,2863	0,3513	48,61
	448	807,5	756,5	2,2863	0,1654	24,13
Tiofen	373	800,5	755	2,3254	1,5270	187,4
	398	801	755	2,3254	0,7482	97,58
	423	802	755	2,3254	0,3798	52,51
	448	804	755	2,3254	0,1777	25,95
Etilmercaptan	373	798,5	753,5	2,3494	0,6976	92,52
	398	798,5	753,5	2,3494	0,3668	51,91
	423	799,5	753,5	2,3494	0,2213	33,27
	448	801,5	753,5	2,3494	0,1305	20,75

TABELA 3

Date experimentale la adsorbţia pe Al_2O_3 — Co—Mo I

Compus adsorbit	Temperatura coloanei, °K	Presiunea la intrare p_i, mm Hg	Presiunea la ieşire p_e, mm Hg	Greutate catalizator, g	Timp de reţinere, min	V_R^g ml
Benzen	373	804,5	750,5	2,2254	6,872	821,7
	398	805,5	750,5	2,2254	2,989	381,7
	423	805,5	750,5	2,2254	1,385	188,3
	448	807,5	750,5	2,2254	0,5317	76,7
Metilciclohexan	373	796,5	750,5	2,1535	2,987	360,2
	398	797,5	750,5	2,1535	1,36	175,5
	423	799,5	750,5	2,1535	0,6355	87,03
	448	802,5	750,5	2,1535	0,3255	47,3
2,2,4-Trimetil-pentan	373	806,5	746,5	2,1673	5,367	635,9
	398	806,5	746,5	2,1673	2,557	323,2
	423	807,5	746,5	2,1673	1,192	160,6
	448	810,5	746,5	2,1673	0,4875	69,6
Tiofen	373	802	747	2,1850	4,912	584,9
	398	802	747	2,1850	2,532	322,3
	423	804	747	2,1850	1,209	163,3
	448	807	747	2,1850	0,5126	73,4
Etilmercaptan	373	802	747	2,2405	4,268	562,2
	398	803	747	2,2405	2,889	405,8
	423	805	747	2,2405	1,675	249,7
	448	805	747	2,2405	0,9299	146,8

Din timpul de reținere corectat, folosind relația (2) se calculează volumul de reținere V_R^g.

Reprezentînd grafic ln V_R^g în funcție de $1/T$, se obțin drepte (fig. 2—6) din a căror pantă se calculează căldura de adsorbție conform relației (1).

TABELA 4

Date experimentale la adsorbția pe Al_2O_3 —Co—Mo II

Compus adsorbit	Temperatura coloanei, °K	Presiune la intrare p_i, mm Hg	Presiunea la ieșire p_e, mm Hg	Greutatea catalizator., g	Timp de reținere, min	V_R^g, ml
Benzen	373	807,8	754,8	2,5261	5,302	637,7
	398	807,8	754,8	2,5261	2,736	351,7
	423	809,8	754,8	2,5261	1,294	176,8
	448	811,8	754,8	2,5261	0,5476	76,8
Metilciclohexan	373	801	752	2,6122	2,892	352,8
	398	802	752	2,6122	1,544	200,5
	423	804	752	2,6122	0,663	89,3
	448	806	752	2,6122	0,3205	46,3
2,2,4-Trimetilpentan	373	792,2	745,2	2,4718	8,23	991,7
	398	796,2	745,2	2,4718	3,436	442,1
	423	798,2	745,2	2,4718	1,552	211,2
	448	800,2	745,2	2,4718	0,6547	94,25
Tiofen	373	794	745	2,5589	6,031	730,6
	398	794	745	2,5589	2,905	374,8
	423	796	745	2,5589	1,322	181,2
	448	796	745	2,5589	0,5341	77,2
Etilmercaptan	373	790	743	2,66	3,798	502,8
	398	792	743	2,66	2,140	301,9
	423	792	743	2,66	1,29	193,4
	448	794	743	2,66	0,7937	125,9

TABELA 5

Date experimentale pe Al_2O_3 —Ni—Mo

Compus adsorbit	Temperatura coloanei, °K	Presiunea la intrare p_i, mm Hg	Presiunea la ieșire p_e, mm Hg	Greutatea catalizator. g	Timp de reținere, min	V_R^g, ml
Benzen	373	799,5	750,5	2,2557	4,692	568,6
	398	799,5	750,5	2,2557	2,524	327,5
	423	801,5	750,5	2,2557	1,223	169,2
	448	803,5	750,5	2,2557	0,5231	76,96
Metilciclohexan	373	805,2	752,2	2,2936	2,735	332,5
	398	807,2	752,2	2,2936	1,278	163,5
	423	809,2	752,2	2,2936	0,6409	87,32
	448	811,2	752,2	2,2936	0,2942	42,48
2,2,4-Trimetilpentan	373	798	753	2,3216	7,207	872,7
	398	798	753	2,3216	3,029	391,4
	423	800	753	2,3216	1,349	184,9
	448	802	753	2,3216	0,5714	83,6
Tiofen	373	801,5	748,5	2,3666	5,258	633,2
	398	801,5	748,5	2,3666	2,507	322,2
	423	803,5	748,5	2,3666	1,286	176
	448	805,5	748,5	2,3666	0,5387	78,2
Etilmercaptan	373	789,5	750,5	2,2859	2,289	304,8
	398	789,5	750,5	2,2859	1,252	177,9
	423	790,5	750,5	2,2859	0,7517	113,4
	448	792,5	750,5	2,2859	0,4083	65,2

Datele utilizate pentru calcul, precum și volumele de reținere V_R^g sînt date în tabelele 2—6.

În tabelele 7 și 8 se dau timpii de reținere, respectiv volumele de reținere V_R^g, pentru determinările efectuate la 150°C.

În tabela 9 sînt prezentate volumele de reținere la 150°C, raportate la unitatea de suprafață a adsorbantului (catalizatorului).

În tabela 10 sînt date valorile căldurilor de adsorbție, calculate grafic din pantele dreptelor din figurile 2—6, iar în tabela 11 se prezintă

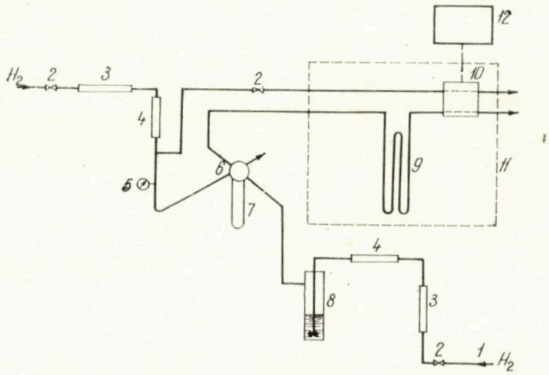


Fig. 1. Schema de principiu a instalației pentru studiul adsorbției prin tehnica cu impuls:

1 — sursa de gaz purtător; *2* — ventil de reglaj; *3* — coloană pentru purificarea hidrogenului; *4* — vas pentru uscare; *5* — manometru cu mercur; *6* — ventil cu șase căi; *7* — pipetă de gaze; *8* — vas de vaporizare; *9* — coloana cromatografică; *10* — detector; *11* — termostat cu aer; 12 — înregistrator.

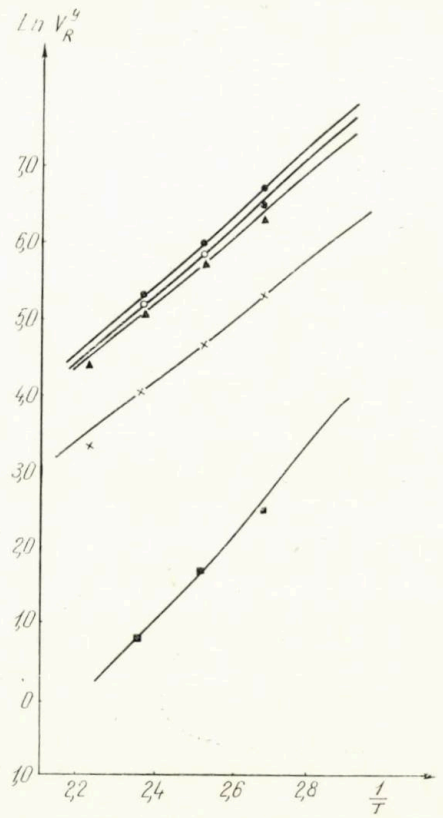


Fig. 2. Adsorbția benzenului pe catalizatori de hidrofinare. ln V_R^g în funcție de $1/T$:

x — Al_2O_3 ● — Al_2O_3 — Co—Mo I; ○ — Al_2O_3 — Co — Mo II; ▲ — Al_2O_3 — Ni — Mo; ■ — Al_2O_3 — Co — Mo I uzat.

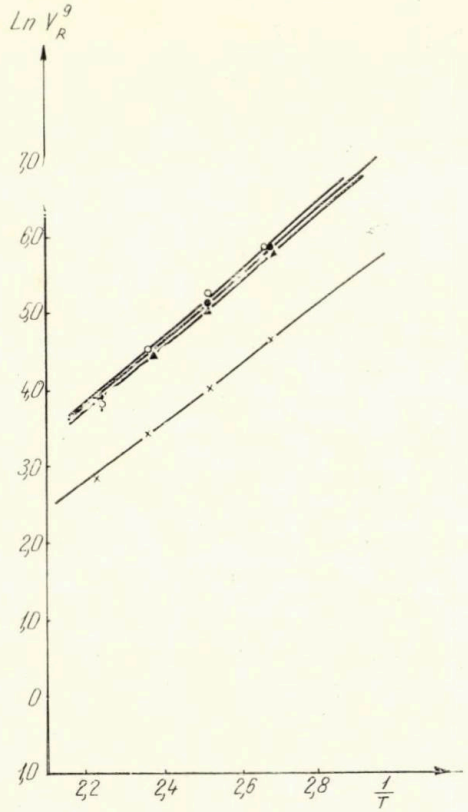


Fig. 3. Adsorbţia metilciclohexanului pe catalizatori de hidrofinare ln V_R^g în funcţie de $1/T$:
× – Al_2O_3; ● – Al_2O_3–Co–Mo I; ○ – Al_2O_3–Co–Mo II; ▲ – Al_2O_3–Ni–Mo.

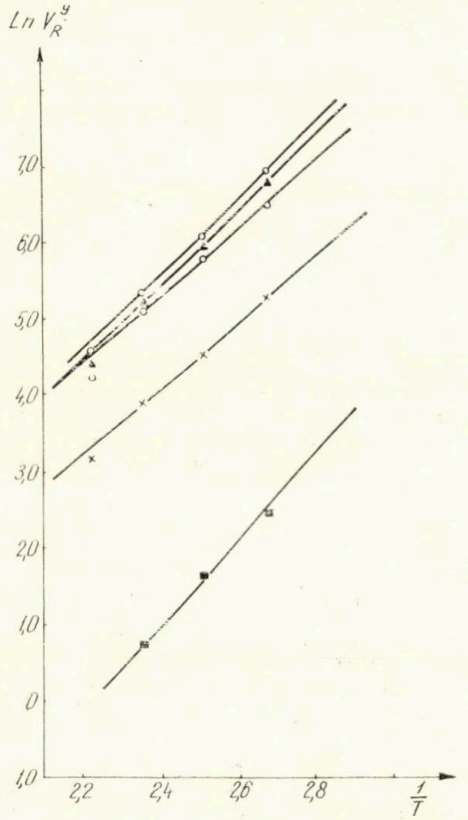


Fig. 4. Adsorbţia 2, 2, 4-trimetilpentanului pe catalizatori de hidrofinare ln V_R^g în funcţie de $1/T$:
× – Al_2O_3; ● – Al_2O_3–Co–Mo I; ○ – Al_2O_3–Co–Mo II; ▲ – Al_2O_3–Ni–Mo; ■ – Al_2O_3–Co–Mo I uzat.

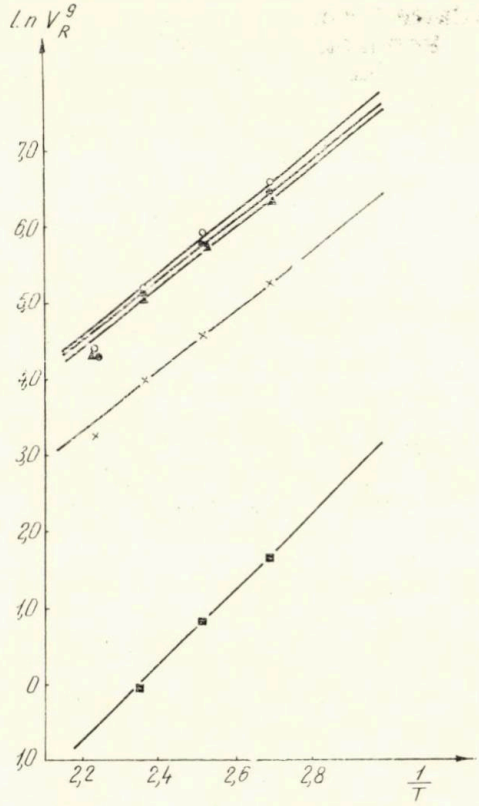


Fig. 5. Adsorbţia tiofenului pe catalizatori de hidrofinare ln V_R^g în funcţie de $1/T$:
× – Al_2O_3 ● – Al_2O_3–Co–Mo I; ○ – Al_2O_3–Co–Mo II; ▲ – Al_2O_3–Ni–Mo; ■ – Al_2O_3–Co–Mo I uzat.

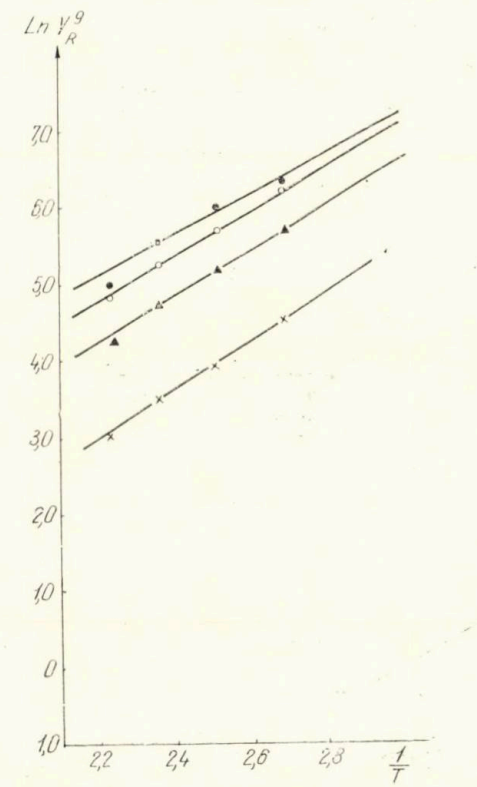


Fig. 6. Adsorbţia etilmercaptanului pe catalizatori de hidrofinare ln V_R^g în funcţie de $1/T$:
× – Al_2O_3; ● – Al_2O_3Co–Mo I; ○ – Al_2O_3–Co–Mo II; ▲ – Al_2O_3–Ni–Mo.

activitatea probelor de catalizatori, așa cum a fost determinată prin desulfurarea tiofenului, într-o instalație microreactor cuplat cu cromatograf de gaze [14].

Interpretarea rezultatelor

Din tabelele 7 și 8 se constată că timpii și volumele de reținere a diferiților compuși pe Al_2O_3 și Al_2O_3—Co—Mo I uzat sînt cu mult mai mici decît în cazul catalizatorilor proaspeți. Acest lucru indică faptul că numărul de centri de adsorbție (activi) la suprafața aluminei și a catalizatorului uzat sînt cu mult mai mici decît în cazul catalizatorilor proaspeți.

Timpii și volumele de reținere mici, în cazul catalizatorului Al_2O_3—Co—Mo I uzat, s-ar putea datora numai suprafeței sale specifice reduse. Din tabela 9 se constată, însă, faptul că volumele de reținere raportate la unitatea de suprafață sînt mai mici decît în cazul catalizatorilor proaspeți. Deci, în cazul aluminei și catalizatorului uzat numărul de centri de adsorbție pe m^2 de suprafață este mai mic decît în cazul catalizatorilor proaspeți și este probabil ca și natura acestor centri este diferită.

Dacă se presupune că mecanismul de acțiune al unui catalizator ar fi:

$$\text{component } X \xrightarrow[\text{adsorbție}]{} X \text{ (formă activată)} \xrightarrow[\text{reacție}]{}$$

$$Y \text{ adsorbit} \xrightarrow[\text{desorbție}]{} Y \text{ (produs de reacție)}$$

atunci catalizatorii cei mai puțin activi ar trebui să prezinte valori mai mici ai timpilor și volumelor de reținere decît cei activi. Într-adevăr, alumina nu prezintă activitate catalitică în condițiile în care s-a efectuat desulfurarea tiofenului, iar catalizatorul uzat este foarte puțin activ, așa cum se vede din tabela 11. Din tabela 11, coloana a doua, se constată că în cazul catalizatorului uzat, activitatea specifică (raportată la unitatea de suprafață a catalizatorului) este considerabil mai mică decît în cazul catalizatorilor proaspeți, fapt ce concordă cu datele de volum de reținere „specific" (volum de reținere raportat la unitatea de suprafață a catalizatorului).

Dacă se aplică mecanismul de reacție redat anterior, atunci, din examinarea tabelei 9, s-ar putea presupune că ordinea activităților catalizatorilor proaspeți ar fi:

— în cazul desulfurării etilmercaptanului:
Al_2O_3—Co—Mo I > Al_2O_3—Co—Mo II > Al_2O_3—Ni—Mo;

TABELA 6

Date experimentale la adsorbția pe Al_2O_3—Co—Mo I uzat

Compus adsorbit	Temperatura coloanei, °K	Presiunea la intrare p_i, mm Hg	Presiunea la ieșire p_e, mm Hg	Greutatea catalizator, g	Timp de reținere, min	V_R^g, ml
Benzen	373	803,5	755,5	3,3529	0,0954	11,61
	398	803,5	755,5	3,3529	0,0418	5,44
	423	803,5	755,5	3,3529	0,0159	2,2
Metilciclohexan	373	807,5	754,5	3,3891	0,0344	4,19
	398	807,5	754,5	3,3891	0,0153	1,99
2,2,4-Trimetilpentan	373	800,5	745,5	3,3618	0,0962	11,59
	398	800,5	745,5	3,3618	0,0397	5,09
	423	802,5	745,5	3,3618	0,0149	2,03
Tiofen	373	804	746	3,3562	0,0442	5,32
	398	804	746	3,3562	0,0179	2,31
	423	806	746	3,3562	0,007	0,96

TABELA 7

Timpi de reținere măsurați la 150°C, pentru un g catalizator

Component \ Catalizator	Al_2O_3	Al_2O_3—Co—Mo I	Al_2O_3—Co—Mo II	Al_2O_3—Ni—Mo	Al_2O_3—Co—Mo I uzat
Benzen	0,3989	1,385	1,294	1,223	0,0159
Metilciclohexan	0,2243	0,6355	0,663	0,6409	—
2,2,4 - TMP	0,3513	1,192	1,552	1,349	0,0149
Tiofen	0,3798	1,209	1,322	1,286	0,007
Etilmercaptan	0,2213	1,675	1,29	0,7517	—

TABELA 8

Volum de reținere V_R^g la 150°C

Component \ Catalizator	Al_2O_3	Al_2O_3—Co—Mo I	Al_2O_3—Co—Mo II	Al_2O_3—Ni—Mo	Al_2O_3—Co—Mo I uzat
Benzen	55,63	188,3	176,8	169,2	2,2
Metilciclohexan	31,08	87,03	89,3	87,32	—
2,2,4 - TMP	48,61	160,6	211,2	184,9	2,03
Tiofen	52,51	163,3	181,1	176	0,96
Etilmercaptan	33,27	249,7	193,4	113,4	—

TABELA 9

Volume de reținere la 150 °C, raportate la m^2 suprafață de catalizator

Component \ Catalizator	Al_2O_3	Al_2O_3—Co—Mo I	Al_2O_3—Co—Mo II	Al_2O_3—Ni—Mo	Al_2O_3—Co—Mo I uzat
Benzen	0,291	0,762	0,789	0,806	0,184
Metilciclohexan	0,163	0,352	0,399	0,416	—
2,2,4 — TMP	0,254	0,650	0,943	0,880	0,169
Tiofen	0,275	0,661	0,808	0,838	0,08
Etilmercaptan	0,174	1,011	0,863	0,540	—

TABELA 10

Călduri de adsorbție calculate din date cromatografice, în intervalul de temperatură 100 — 175°C

Catalizator (adsorbant) \ Component adsorbit	Q, kcal/mol				
	benzen	MCH	2,2,4 — TMP	Tiofen	Et.Merc.
Al_2O_3	7,94	7,65	8,64	7,94	6,36
Al_2O_3—Co—Mo I	8,44	8,92	8,74	8,02	5,36
Al_2O_3—Co—Mo II	8,28	8,92	9,69	8,18	5,94
Al_2O_3—Ni—Mo	8,1	8,46	9,69	7,94	6,02
Al_2O_3—Co—Mo I uzat	10,74	—	11,2	9,93	—

— în cazul desulfurării tiofenului:

Al_2O_3—Ni—Mo > Al_2O_3—Co—Mo II > Al_2O_3—Co—Mo I;

— în cazul reacţiilor de tip hidrogenare-dehidrogenare:

Al_2O_3—Ni—Mo > Al_2O_3—Co—Mo II > Al_2O_3—Co—Mo I.

TABELA 11

Activitatea catalizatorilor determinată prin desulfurarea tiofenului.
Exprimarea activităţii prin indicele de activitate IA_{DT}, raportat la gram de catalizator şi la m² de catalizator.
IA_{DT} are dimensiunile vitezei de reacţie: moli tiofen transformaţi/s.g (sau m²) catalizator

Catalizator	$(IA_{DT}$/g cat.) × 10^7 moli/s.g	$(IA_{DT}$/m² cat.) × 10^9 moli/s m²
Al_2O_3—Co—Mo I	37,7	15,25
Al_2O_3—Co—Mo II	29,5	13,2
Al_2O_3—Ni—Mo	26,6	12,65
Al_2O_3—Co—Mo I uzat	1,05	8,8

În tabela 10 sînt prezentate căldurile de adsorbţie calculate din date cromatografice. Aceste valori indică faptul că în cazul acestor experienţe, ne aflăm în domeniul adsorbţiei fizice. Valorile căldurilor de adsorbţie în cazul catalizatorilor proaspeţi sînt destul de apropiate: în cazul aluminei şi al catalizatorului uzat, valorile sînt mult diferite de cazul catalizatorilor proaspeţi, ceea ce constituie o dovadă în sprijinul ipotezei că natura centrilor de adsorbţie (activi) este diferită. Comparînd datele din tabela 10 pentru cei trei catalizatori proaspeţi, se constată următoarea ordine a căldurilor de adsorbţie:

— la adsorbţia etilmercaptanului:

Al_2O_3—Co—Mo I < Al_2O_3—Co—Mo II < Al_2O_3—Ni—Mo;

— la adsorbţia tiofenului:

Al_2O_3—Ni—Mo < Al_2O_3—Co—Mo I < Al_2O_3—Co—Mo II;

— la adsorbţia benzenului şi metilciclohexanului:

Al_2O_3—Ni—Mo < Al_2O_3—Co—Mo II < Al_2O_3—Co—Mo I.

Activitatea la desulfurare, aşa cum a fost determinată într-o instalaţie-pilot şi aşa cum se vede din tabela 11, indică următoarea ordine a activităţilor catalizatorilor proaspeţi:

Al_2O_3—Co—Mo I > Al_2O_3—Co—Mo II > Al_2O_3—Ni—Mo.

Compararea acestor date cu rezultatele obţinute la adsorbţia compuşilor cu sulf arată că, în cazul catalizatorilor cu activitate apropiată, doar datele obţinute la adsorbţia etilmercaptanului sînt în concordanţă cu datele de activitate catalitică la desulfurare. Tot numai în cazul adsorbţiei etilmercaptanului, se constată o corelare între activitatea catalitică şi valorile căldurilor de adsorbţie (se are în vedere că este de aşteptat ca în cazul unui catalizator activ numărul centrilor de adsorbţie să fie mare, iar tăria legăturii între reactant şi suprafaţa catalizatorului să fie mică).

Neconcordanţa care se observă în cazul comparării activităţii catalitice cu datele experimentale de la adsorbţia tiofenului se poate datora mai multor cauze, dintre care se pot aminti:

— experienţele la adsorbţie s-au făcut în domeniul de temperaturi precatalitic;

— adsorbţia s-a făcut pe catalizatorii în formă oxidică, în timp ce în cazul experienţelor catalitice la suprafaţa catalizatorilor predomină formele de sulfuri de Co, Mo şi Ni.

Concluzii

Din rezultatele prezentate reiese că există o bună concordanţă între datele obţinute la adsorbţia etilmercaptanului şi datele de activitate catalitică la desulfurare. Prin determinarea timpilor, volumelor de reţinere şi a căldurilor de adsorbţie a etilmercaptanului pe catalizatori de tip hidrofinare se poate face o apreciere asupra activităţii catalitice a acestora.

Aşa cum era de aşteptat, catalizatorul cu nichel, după datele de adsorbţie a benzenului şi metilciclohexanului, ar trebui să fie cel mai activ în reacţii de hidrogenare-dehidrogenare.

După cum s-a putut vedea, studiul adsorbţiei diferitelor substanţe la suprafaţa catalizatorilor permite, pe lîngă aprecierea comportării acestora în reacţiile pe care le catalizează, şi obţinerea de informaţii cu privire la natura centrilor activi ai catalizatorilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Owens, P. J. şi Amberg, C. H. În: Advan. Chem. Ser. **33**, 1961, p. 182.
2. Owens, P. J. şi Amberg, C. H. În: Canad. J. Chem. **40**, 1962, p. 941.
3. Ibid., **40**, 1962, p. 947.
4. Desikan, P. şi Amberg, C. H. În: Canad. J. Chem. **41**, 1963, p. 1966.
5. Eberly, P. E. Jr. şi Kimberlin, C. M. jr. În: Trans. Faraday Soc. **57**, 1961, p. 1 169.
6. Pitkethly, R. Ch., Ford, J. F. şi Goble, A. G. Patent englez: 1.026.723.
7. Cremer, E. În: Angew. Chem. **71** (15/16), 1959, p. 512.
8. Kipping, P. J. şi Winter, D. G. În: Nature **205** (4975), 1965, p. 1 002.
9. Kiselev, A. V., Hrapova, E. V. şi Scerbakova, K. D. În: Neftehimiya **2**, 1962, p. 877.
10. Eberly, P. E. jr. În: J. Phys. Chem. **65**, 1961, p. 68.
11. Spojokina, A. A., Moskovskaia, I. F. şi Topchieva, K. V. În: Vestn. Mosk. Univ. **20**, (5), 1965, p. 13.
12. Kubasov, A. A., Smirnova, I. V. şi Topchieva, K. V. În: Kinetika i Kataliz **5**, 1964, p. 520.
13. Eberly, P. E. jr. Spencer, E. H. În: Trans. Faraday Soc, **57**, 1961, p. 289.
14. Blidişel, I., Barbul, M., Filotti, T. şi Ghejan, I. Determinarea activităţii catalizatorilor de hidrofinare prin desulfurarea tiofenului. În curs de publicare.

Cromatografia pe strat subţire (CSS) aplicată la identificarea hidrocarburilor aromatice

Valeria Teodorescu

Tehnica cromatografică, care foloseşte straturi subţiri de adsorbant pe plăci de sticlă a apărut în 1938, dezvoltîndu-se lent şi izolat timp de 20 ani. După anul 1958, cînd au fost preparaţi adsorbanţi standardizaţi şi s-a obţinut o aparatură corespunzătoare, a început să se aplice la separarea unui mare număr de substanţe, preponderenţa ocupînd-o cele de natură organică. Referitor la hidrocarburi, în special la cele aromatice, numărul lucrărilor este mai mic şi se analizează mai mult hidrocarburi aromatice individuale şi amestecuri speciale ale acestora. Există unele lucrări care se ocupă cu detecţia şi dozarea hidrocarburilor aromatice din aerul atmosferic poluat, din alimente, fracţiuni grele din cărbuni de pămînt, păcură. Un număr restrîns de publicaţii au ca obiect aplicarea CSS la analiza produselor petroliere, inclusiv a hidrocarburilor aromatice din uleiurile minerale. Prin sistematizarea din lucrarea de faţă, se urmăreşte găsirea unor căi noi de investigaţie prin CSS, pentru cercetarea constituenţilor aromatici din fracţiunile petroliere grele.

Aparatura strict necesară pentru CSS constă din :

- plăci de sticlă ;
- dispozitiv pentru acoperirea cromatoplăcilor ;
- micropipete şi microseringi ;
- camere cromatografice ;
- lampă de UV ;
- pulverizator pentru revelare.

Procedeul practic aplicat în CSS cuprinde următoarele operaţii :

- acoperirea plăcilor cu adsorbent ;
- aplicarea adsorbenţilor de separat pe placă ;
- developarea (descompunerea substanţelor în componenţi) ;
- revelarea (localizarea componenţilor separaţi pe strat) ;
- determinarea valorilor R_F, adică a raportului dintre distanţa de la linia de start pînă la mijlocul petei şi distanţa de la linia de start şi frontul solventului.

Istoricul CSS, felurile ei, teoria, materialele necesare, aparatura, tehnica generală de lucru, avantajele şi domeniile de aplicare fac obiectul mai multor publicaţii [1—6].

Metodele de CSS aplicate la analiza hidrocarburilor aromatice, menţionate în continuare, se bazează pe procesul de adsorbţie solid-lichid, cu o singură excepţie, în care se recurge la cromatografia de repartiţie, cu fază inversă, lichid-lichid. Pentru sistematizarea acestor metode s-a luat în considerare, aşa cum rezultă din figura 1, pe de o parte, provenienţa hidrocarburilor, iar pe de alta, natura adsorbenţilor utilizaţi. Din referinţele bibliografice — cifrele din paranteze — se constată că cel mai mult au fost analizate hidrocarburile aromatice ca atare şi un număr mic de produse naturale cu compoziţia complexă.

I. Hidrocarburi aromatice ca atare

1. Amestecuri de hidrocarburi aromatice policiclice au fost separate pe silicagel G [2, 3, 7]. S-a folosit tehnica de developare multiplă cu *n*-heptan, care are efecte bune asupra separării hidrocarburilor, confirmată şi de valorile R_F, care s-au putut determina la toţi componenţii din amestec. S-au găsit relaţii între constituţia chimică şi valorile R_F ale mai multor hidrocarburi. Valorile R_F depind de numărul de cicluri în moleculă, de felul şi numărul dublelor legături şi de gradul de hidrogenare. În afară de măsurarea valorilor R_F, unele hidrocarburi aromatice au fost determinate şi cantitativ [8].

2. Celuloza acetilată s-a utilizat atît la analiza hidrocarburilor aromatice singure, cît şi a amestecurilor lor [9, 10]. Ca developant a servit sistemul de solvenţi metanol : eter : apă (4 : 4 : 1).

3. Pe strat de oxid de aluminiu neutru, nefixat, s-au separat mai multe amestecuri speciale de hidrocarburi. Ca developant a servit hexanul, iar revelarea hidrocarburilor separate s-a efectuat cu ozon şi soluţie de indigo apoasă [11]. Un număr mai mare de hidrocarburi aromatice singure, cu 1-6 cicluri, au fost cromatografiate pe oxid de aluminiu D. Ciclohexanul a servit ca solvent de developare, iar hidrocarburile au fost puse în evidenţă pe strat sub lumină UV şi prin revelare cu pentaclorură de stibiu. Prin determinarea valorilor R_F s-au găsit relaţii liniare între comportarea la adsorbţie şi conţinutul de cicluri [12, 13]. De asemenea, s-a putut constata că catenele laterale şi ciclurile naftenice nu modifică simţitor valorile R_F ale hidrocarburilor aromatice. S-a observat că hidrocarburile aromatice cu cicluri izolate au aceleaşi valori R_F ca şi hidrocar-

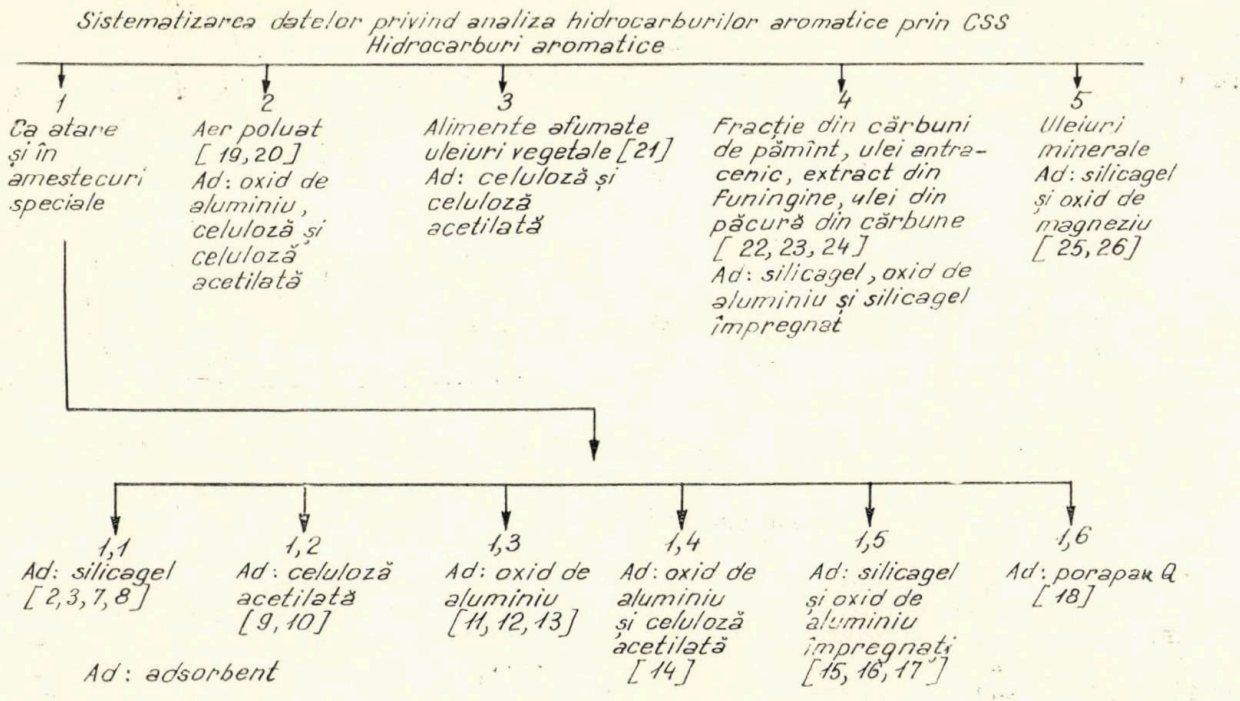


Fig. 1.

burile aromatice cu același număr de cicluri condensate. Astfel, difenilul are aceeași valoare R_F ca și naftalina, iar trifenilmetanul, aceeași valoare R_F ca și antracenul.

4. Mai multe hidrocarburi aromatice policiclice au fost cromatografiate pe două sisteme de strat: oxid de aluminiu G și celuloză acetilată [14]. S-a constatat că acțiunea de separare se completează în acele două sisteme. Astfel, 20-metilcolantrenul și 1,2,5,6-dibenzantracenul nu se separă pe celuloză acetilată, dar se separă pe oxid de aluminiu. Dinpotrivă, 20-metilcolantrenul și 3,4-benzopirenul nu sînt separați pe oxid de aluminiu, însă se separă pe celuloză acetilată. De asemenea, s-au obținut separări bune ale hidrocarburilor aromatice policiclice pe un strat combinat din celuloză acetilată și oxid de aluminiu G (1:2), cînd s-a folosit tehnica de developare bidimensională.

5. Unii autori au căutat să îmbunătățească separările hidrocarburilor aromatice prin modificarea compoziției adsorbantului întrebuințat. În acest scop, adsorbantul se impregnează cu un produs susceptibil de a reacționa cu compușii de separat dînd complecși reversibili. Prin folosirea plăcilor impregnate cu trinitrobenzen s-a obținut o separare mai bună a hidrocarburilor aromatice [15]. Cu acest adsorbant impregnat s-a obținut separarea retenului de pimanteren, printr-o singură developare, care pe plăci obișnuite nu se separă. Se cunoaște un studiu de separare a mai multor hidrocarburi aromatice policiclice din diverse amestecuri speciale pe silicagel G și alumină G, impregnați cu diferite substanțe generatoare de complecși; acid picric, acid stifnic, 2,4,7-trinitrofluorenonă, cafeină, N,N,-dimetilformamidă și azotat de argint [16]. Cea mai mare eficacitate asupra separării hidrocabrurilor aromatice o au 2,4,7-trinitrofluorenona pe alumină și cafeina pe silicagel. S-a constatat că la acoperirea plăcii cu un nitroderivat — acid picric — dispare fluorescența proprie a hidrocarburilor la examinarea în UV [17]. Pentru remediere, s-au folosit plăci la care numai jumătatea de jos a fost impregnată cu generatorul de complex. Substanțele separate în prima zonă, prin developare, ajung în zona a doua, fără generatorul de complex. Mai multe hidrocarburi aromatice au fost cromatografiate pe silicagel GF_{254} ca atare și impregnat cu acid picric. S-a văzut că fluorenul, fenantrenul, 9-metilfenantrenul și pirenul au pe placa de strat subțire neimpregnată, viteze de migrare practic egale, și deci nu se pot separa. Toate aceste substanțe, însă, pe placa cu acid picric sînt separabile.

6. Porapakul Q, polimeretilvinilbenzen poros, ca și alte tipuri similare, s-au găsit a fi faze solide lipofile convenabile pentru CSS [18]. Cu acest polimer s-au deschis noi posibilități de separare a hidrocarburilor aromatice cu 1—6 cicluri și a hidrocarburilor heterociclice cu structură asemănătoare. Au fost determinate valorile R_F ale unui mare număr de compuși, în cinci sisteme de solvenți: acetat de etil; acetonă, acetonă-propanol, propanol și etanol.

II. Aer atmosferic poluat

Din aerul poluat s-a dozat benz(a)pirenul și s-au cercetat mai mulți compuși aromatici fluorescenți [19, 20]. S-a găsit că sistemul alumină—pentan:eter etilic dă cele mai bune separări ale

compușilor organici fluorescenți; cu sistemul acetat de celuloză — etanol : toluen : apă, se obțin cele mai bune separări ale fracțiunii benz(a)piren, iar cu sistemul adsorbent celuloză — dimetilformamidă : apă, ca developant, se obțin rezultate bune la separarea hidrocarburilor aromatice policiclice.

III. Alimente afumate, uleiuri vegetale

Unii autori s-au ocupat de cercetarea hidrocarburilor aromatice din alimente afumate și uleiuri vegetale [21]. Procedeul de obținere a hidrocarburilor aromatice din alimente afumate constă dintr-o extracție inițială a hidrocarburilor, urmată de o repartiție a lor între dimetilsulfoxid (DMSO) și un solvent alifatic. Urmează o separare pe coloană și apoi prin CSS, de unde compușii aromatici izolați sînt evaluați spectral În acest scop s-au folosit plăci cu celuloză, în sistemul de fază inversă, faza imobilă fiind N, N,-dimetilformamida în eter, iar faza mobilă izooctanul. De asemenea, s-au utilizat plăci cu celuloză acetilată ca adsorbent și sistemul de solvenți etanol : toluen : apă ca developant. Din celuloză și celuloză acetilată, pentru lucru cantitativ, s-au obținut recuperări de 93—98%. Celuloza ca fază inversă este mai eficace la separarea compușilor în grupe conform structurii lor. Celuloza acetilată este superioară la separarea compușilor individuali cu 4, 5 și 6 cicluri. În studiile cu uleiuri vegetale rafinate s-au obținut rezultate mai bune atunci cînd concentrația N, N,-dimetilformamidei a fost diminuată de la 35 la 20%.

IV. Cărbuni de pămînt, păcuri

CSS s-a mai aplicat și la izolarea unor hidrocarburi și substanțe heterociclice dintr-o fracțiune de gudron din cărbuni de pămînt. S-au întrebuințat ca adsorbenți silicagelul și alumina, iar ca developanți *n*-hexanul și tetraclorura de carbon. Dintr-o fracțiune de ulei antracenic s-au izolat șase substanțe, dintre care a fost identificat numai fluorenul.

Dintr-un extract de funingine s-au izolat șapte componenți și au fost identificați trei : pirenul, fluorantenul și 3,4-benzopirenul. [22]. În vederea cercetării compoziției uleiului din păcura folosită la impregnarea lemnului, au fost analizate pe strat de silicagel mai multe hidrocarburi aromatice singure [23]. Valorile R_F ale unor combinații heterociclice : difenileoxidul și difenilensulfidul, constituenți ai uleiului din păcură, sînt ca și ale fluorenului (hidrocarbură aromatică cu structură asemănătoare). Determinarea cantitativă a hidrocarburilor în spoturi prezintă un interes deosebit. În acest sens, s-a căutat recuperarea unor hidrocarburi pure din plăci cu silicagel impregnate cu cafeină, folosind tehnica extracție-absorbție spectrofotometrică [24]. Aceste experimentări au servit la dozarea antracenului, pirenului, 3,4-benzopirenului, perilenului și 1,12-benzoperilenului, hidrocarburi izolate dintr-o păcură. Adsorbantul folosit în acest caz a fost silicagelul impregnat cu cafeină, iar ca developant a servit o fracțiune de petrol ușoară cu 4% piridină. Pentru identificare, în afară de poziția și fluorescența spotului, au servit și spectrele de absorbție în UV.

V. Uleiuri minerale

Analiza pe strat subțire a uleiurilor minerale este ilustrată prin două exemple. Unul se ocupă cu separarea pe silicagel a unui ulei de mașină frigorifică și a rășinilor din acesta [25]. S-a văzut că parafinele eluează cu frontul solventului, naftenele au valoarea $R_F = 0{,}7$, aromaticele valoarea $R_F = 0{,}5$, iar rășinile rămîn pe punctul de start. O aplicație mai recentă a CSS este la analiza uleiurilor proaspete, uzate și aditivate [26]. Uleiurile proaspete s-au separat pe silicagel GF_{254}, ca developant s-a utilizat ciclohexanul, iar compușii separați au fost localizați pe placă cu bicromat de potasiu-acid sulfuric și UV. Din cromatogramă se constată că hidrocarburile aromatice sînt bine separate de cele saturate, și deci pot fi caracterizate prin metode instrumentale. Hidrocarburile aromatice au fost separate și pe straturi de oxid de magneziu, cu următoarele sisteme de solvenți : *a*) *n*-heptan : cloroform și *b*) *n*-heptan : cloroform : DMSO. Adăugarea micilor cantități de DMSO mărește separabilitatea mai multor hidrocarburi. Revelarea acestor hidrocarburi se face cu pentaclorură de stibiu sau direct sub lumina UV.

★

Cromatografia pe strat subțire, ca principiu, se aseamănă cu cromatografia pe coloană și pe hîrtie, iar separarea substanțelor poate fi realizată atît prin adsorbție solid-lichid, cît și prin repartiție lichid-lichid.

Această tehnică modernă de analiză se recomandă a fi introdusă în toate laboratoarele unde se pretează pentru avantajele pe care le prezintă. Datorită adsorbenților fin granulați, deci cu suprafață specifică mare, eficacitatea de separare este superioară cromatografiei pe coloană, acesta fiind unul dintre principalele avantaje. Se lucrează cu cantități mici de substanțe, 2—5 µl/spot, este o metodă sensibilă, limita de detecție ajunge pînă la 10^{-9}. Se poate aplica în scop analitic calitativ, cantitativ și preparativ. Legat de acest din urmă scop, CSS este puntea de trecere de la cromatografia pe coloană la analiza spectrală, căreia, îi furnizează componenți omogen separați și, de cele mai multe ori, indivizi chimici, la care se obțin spectre caracteristice. Este o metodă rapidă, cere o tehnică de lucru ușoară, o aparatură simplă, ieftină și ușor accesibilă. Pentru

determinări cantitative, în lipsa unui spectrofotodensitometru, se pot utiliza unele metode simple, dar nu tot aşa de precise. Dintre acestea, cea mai utilă este metoda extracţiei spotului separat, metodă care — totodată — prepară un material pentru analiza spectrală. Un alt avantaj al CSS faţă de cromatografia pe coloană este posibilitatea analizei simultane a mai multor probe pe aceeaşi cromatoplacă. CSS prezintă posibilitatea revelării diferenţiate a compuşilor separaţi, încît în cazul interferenţei a doi compuşi este posibilă punerea în evidenţă a acestora. Componenţii separaţi pot fi detectaţi şi cu reactivi corosivi, avantaj în plus faţă de cromatografia pe hîrtie. În privinţa hidrocarburilor aromatice policiclice, majoritatea prezintă fluorescenţă în lumină U.V. şi, deci, pot fi detectate ca atare.

Din cele redate privind aplicarea CSS la analiza, separarea şi cercetarea hidrocarburilor aromatice policiclice singure sau din amestecuri speciale de hidrocarburi şi mai puţin din produsele naturale, rezultă că pînă în prezent, pentru această clasă de compuşi, nu există o metodă universală. Aceasta înseamnă că alegerea unui sistem sau sisteme particulare de separare depinde de materialul care trebuie să fie separat şi de caracteristicile chimice ale componenţilor care trebuie să fie izolaţi. S-a putut constata că printr-un anumit sistem de CSS dat, separarea unor hidrocarburi să nu poată fi efectuată, în schimb prin alt sistem de CSS, aceleaşi hidrocarburi să se separe satisfăcător. CSS este un instrument care se poate modifica în cursul cercetării prin varietatea posibilităţilor de utilizare a adsorbanţilor şi developatorilor.

În privinţa reproductibilităţii rezultatelor, se cere menţinerea condiţiilor de lucru standard. Valorile R_F sînt dependente de condiţiile de lucru şi au un caracter informativ, astfel că trebuie reflectată întrebuinţarea lor.

Aplicarea practică a CSS este la analiza cantităţilor mici de hidrocarburi aromatice policiclice, unele dintre ele cu acţiune cancerigenă, hidrocarburi care cu această metodă pot fi detectate în uleiurile vegetale, alimente afumate, fum de ţigară, gazele de eşapament de piroliză, aerul atmosferic poluat. Pentru analiza poluanţilor aerului din centrele urbanistice cu industrii generatoare de substanţe poluante, ca instalaţii de cracare, de piroliză, de fabricare a negrului de fum, de prelucrare a produselor petroliere grele, ar fi util să facă parte din preocupările institutelor de cercetări alimentare şi institutul de higienă şi protecţia muncii.

În industria petrolieră, CSS se poate aplica la analiza hidrocarburilor aromatice din uleiurile minerale, şi a altor produse petroliere grele ca metodă de rutină şi care poate să înlocuiască cromatografia pe coloană, mult mai laborioasă. De asemenea, CSS poate fi folosită ca un instrument valoros de investigaţie pentru cercetarea produselor petroliere grele, care nu pot fi cercetate prin alte metode cromatografice, cum este cromatografia de gaze, deoarece aceste hidrocarburi nu prezintă stabilitate termică.

Multiplele posibilităţi oferite de CSS trebuie exploatate la maximum pentru cunoaşterea produselor complexe, aşa cum este petrolul sub diversele lui forme, pe care natura le pune la dispoziţia şi în folosul omului.

BIBLIOGRAFIE

1. Stahl, E. Dünnschicht — Chromatographie, Ed. 1, Berlin. Gottingen. Heidelberg, Springer Verlag, 1962, p. 1.
2. Randerath, K. Dünnschicht — Chromatographie Ed. 1, Weinheim/Bergster, Verlag Chemie, 1962, p. 1 şi 219.
3. Randerath, K. Thin — Layer Chromatography Ed. 2, Weinheim/Bergster — New-York and London Verlag Chemie, 1966, p. 1 şi 262.
4. Frangopol, M. În: St. Cercet. Chim., Bucureşti, **14**, nr. 3, 1965, p. 281.
5. Iohan, F. În: Metode moderne de analiză — Metode cromatografice de analiză — Bucureşti, Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei, partea a II-a, 1965 p. 163.
6. * * * Standard Methods of Chemical Analysis Ed. 6, **3**, part. A, Chapter 39, Princeton, New Jersey, D. Van Nostrand Company, Canada, 1966, p. 738.
7. Petrowitz, H. Jo. În: Thin-Layer Chromatography Marini Bettolo-Editor-, Elsevier Publising Campany Amsterdam, London, New-York, 1964, p. 132.
8. Matsushita, H., Suzuki, Y. şi Sakabe, H. În: Z. Analyt. Chem. **207**, nr. 3, 1965, p. 225.
9. Wieland, Th., Lüben, G. şi Determann, H. Experienţia **XVIII**, 1962, p. 430
10. Badger, G. M., Donnelly, J. K. şi Spotswood, T. M. În: J. Chromatogr, **10**, nr. 3, 1963, p. 397.
11. Ognianov, J. În: Doklady Bolgarskoy Akad. Nauk, **16**, nr. 3, 1963, p. 265.
12. Berthold, P. H. În: Erdöl kohle nr. 1, ian. 1966, p. 21.
13. Berthold, P. H. În: Erdöl Kohle nr. 2, febr. 1966, p. 114.
14. Köhler, M., Golder, H. şi Schiesser, R. În: Z. analyt. Chem. **206**, nr. 6, noiemb. 1964, p. 430.
15. Frank-Neumann, M. şi Jössang, P. În: J. Chromatog. **14**, nr. 2, april. 1964, p. 280.
16. Berg, A. şi Lam, J. În: J. Chromatog. **16**, nr. 1, oct. 1964, p. 157.
17. Kessler, H. şi Müller, E. J. Chromatog. **24**, nr. 2, oct. 1966, p. 469.
18. Janak, J. şi Kubecova, V. În: J. Chromatog. **33**, nr. 1, mart. 1968, p. 132.
19. Sawicki, E., Stanley, T. W., Elbert, W. C. şi Pfaff, J. D. În: Anal. Chem. **36**, nr. 3, 1964, p. 497.
20. Sawicki, E., W. Stanley, şi W. C. Elbert-tand. În: J. Chromatog. **17**, nr. 1, ian. 1965, p. 120.
21. Richard, H. W. şi Hovard, J. În: J. Chromatog. **29**, nr. 1, iul. 1967, p. 108.
22. Kucharczyk, N., Fohl, J. Vymetl, J. În: J. Chromatog. **11**, nr. 1, mai 1963, p. 55.
23. Petrowitz, H. J. În: Chemiker-Ztg. Chem. Apparatur, **88**, nr. 7, iul. 1964, p. 235.
24. Lam, J. şi Berg, A. În: J. Chromatog. **20**, nr. 1, oct. 1965, p. 168.
25. Mosle, H. G., Wermer, W. şi Waltraund, B. În: Z. Analyt. Chem. **207**, nr. 1, 1965, p. 24.
26. Killer, F. C. A. şi Amos, R. În: J. Inst. Petrol **52**, nr. 515, noiemb. 1966, p. 315.

Reducerea consumului de abur şi a pierderilor de produse petroliere prin utilizarea regulatoarelor directe de temperatură la rezervoarele de ţiţei încălzite

I. Avramescu,
F. Neagoe şi
I. Palaghiţă

În procesele de separare, tratare şi transfer ţiţei, cît şi în procesele de degazolinare a gazelor, aburul se foloseşte ca agent tehnologic. Consumul de abur intră cu o pondere mare în preţul de cost. Pentru fiecare proces tehnologic există o încălzire optimă, şi, deci, la anumite caracteristici ale aburului, o cantitate optimă de căldură.

În aceste procese, subîncălzirea duce la mărirea timpului de realizare a procesului, deci la blocarea circuitului tehnologic, pe cînd supraîncălzirea (la procesele tehnologice în sistem deschis), duce la pierderi substanţiale de produse prin evaporare şi de energie calorică (abur).

Tendinţa generală a personalului de exploatare este spre supraîncălzire, consumurile exagerate de abur (combustibil) şi pierderile de produse uşor volatile care au loc fiind greu sesizabile de acesta.

Sistemul manual de control şi reglare, folosit în prezent, pentru menţinerea constantă a temperaturii în procesele de separare, tratare şi transfer de ţiţei şi gaze, realizează abateri de temperatură în limitele de $10 \div 40\%$ faţă de mărimea prescrisă. În cazuri de neglijenţă, abaterile sînt mult mai mari, putînd să ajungă chiar la dublarea consumurilor de abur şi la mărirea exagerată a pierderilor provenite din evaporarea fracţiunilor uşor volatile în atmosferă [1].

Utilizarea regulatoarelor directe de temperatură în aceste procese elimină deficienţele menţionate.

1. Principiul de funcţionare a regulatoarelor directe de temperatură, fără energie auxiliară. Realizări constructive pe plan mondial şi în ţara noastră

Regulatoarele directe de temperatură, fără energie auxiliară, se caracterizează prin aceea că forţa necesară acţionării elementelor de execuţie este obţinută chiar din energia mediului reglat, prin intermediul unui sistem termic cu presiune de vapori sau de gaze. Acest sistem de presiune sesizează rapid schimbările de temperatură ale mediului controlat şi comandă corespunzător, prin intermediul servomotorului, deschiderea sau închiderea organului de execuţie pentru menţinerea temperaturii cerute.

În figura 1 se prezintă o vedere de ansamblu a unui regulator direct de temperatură cu caracteristică proporţională.

Aparatul este format din elementul termic de măsurare şi comandă (termobulbul *1* cuplat printr-un tub capilar *2* cu servomotorul pneumatic *3*, arcul antagonist *4* montat în cadrul metalic *7*, dispozitivul de fixare a valorii prescrise *8*, împreună cu scala *6*, tija de legătură *5* şi elementul de execuţie cu dublu scaun *9*.

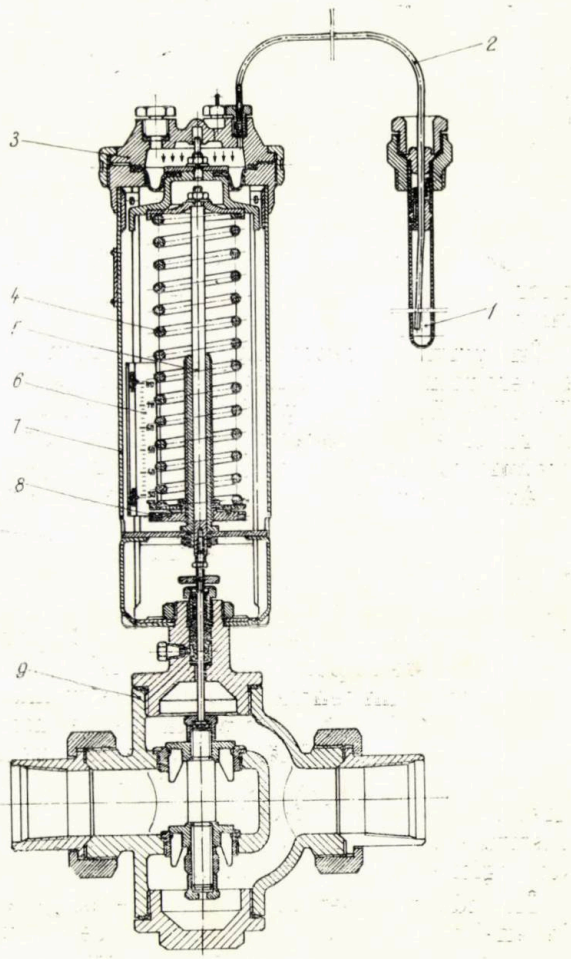


Fig. 1. Regulator direct de temperatură fără energie auxiliară — vedere secţionată:
1 — termobulb; *2* — tub capilar; *3* — servomotor pneumatic; *4* — arc antagonist; *5* — tijă de legătură; *6* — scală; *7* — cadru metalic; *8* — dispozitiv de fixare valoare prescrisă; *9* — robinet cu dublu scaun.

Elementul termic (termobulbul) poate fi umplut cu lichid sau gaz.

Indiferent dacă regulatorul funcţionează pe principiul dilatării lichidului, al presiunii vaporilor sau gazelor, variaţia temperaturii fluidului controlat, sesizată de termobulb, se transmite servomotorului sub forma unei variaţii proporţionale de presiune. Acesta acţionează, prin intermediul tijei de legătură, robinetul regulator care ştrangulează mai mult sau mai puţin secţiunea de trecere a agentului încălzitor, reglîndu-i debitul. În felul acesta, orice abatere de la valoarea prescrisă a temperaturii (în plus sau în minus) este compensată automat prin variaţia debitului agentului încălzitor. Prescrierea temperaturii reglate se face cu ajutorul scalei şi a dispozitivului de fixare a mărimii prescrise şi constă în pretensionarea resortului antagonist care contrabalansează forţa dată de servomotorul pneumatic.

Sensibilitatea regulatorului este determinată de elementele sale constructive (dimensiunile servomotorului şi ale resortului antagonist, caracteristicile lichidului termosensibil etc.) şi nu poate fi modificată în timpul funcţionării. La aparatele care lucrează cu lichide volatile, din cauza neuniformităţii caracteristicii presiune-temperatură, sensibilitatea este inegală, fiind mai mare la partea superioară a domeniului de reglare, respectiv spre temperaturi mai mari. La aparatele cu lichide nevolatile, sensibilitatea este constantă pe toată scala.

Eroarea de reglare la regulatoarele cu tensiune de vapori depinde de valoarea prescrisă a mărimii de reglat şi este cuprinsă între limitele 2,5 ÷ 6%. Valoarea mică a acesteia se obţine spre sfîrşitul scalei, iar valoarea mare la început.

Limitele de reglare a temperaturii sînt $-30 \div +300$°C în diferite subgame alese din motive constructive. Diametrul robinetului de reglare condiţionează mărimea servomotorului şi caracteristicile lichidului termosensibil. Acesta poate varia de la 15 la 250 mm la presiuni nominale de pînă la 25 kgf/cm².

Regulatoarele directe de temperatură sînt larg răspîndite pe plan mondial în instalaţiile de încălzire şi de răcire. Există o serie întreagă de firme de specialitate care produc astfel de regulatoare. Printre acestea se pot aminti regulatoarele firmelor SARCO (S.U.A.), TAYLOR-SYBRON (S.U.A.) MERTIK (R.D.G.), I.W.K., SAMSON, KOSMOS (R.F.G.), TERMORID (Italia).

În ţara noastră s-a realizat un regulator de temperatură, fără energie auxiliară, la Întreprinderea de reparaţii capitale rafinării—Ploieşti (I.R.C.R.), după un proiect realizat de I.P.F.E. —Ploieşti [2].

Vederea secţionată şi vederea de ansamblu a aparatului sînt prezentate în figurile 1 şi 2.

Regulatorul a fost experimentat cu succes în condiţii de schelă, fiind omologat şi introdus în

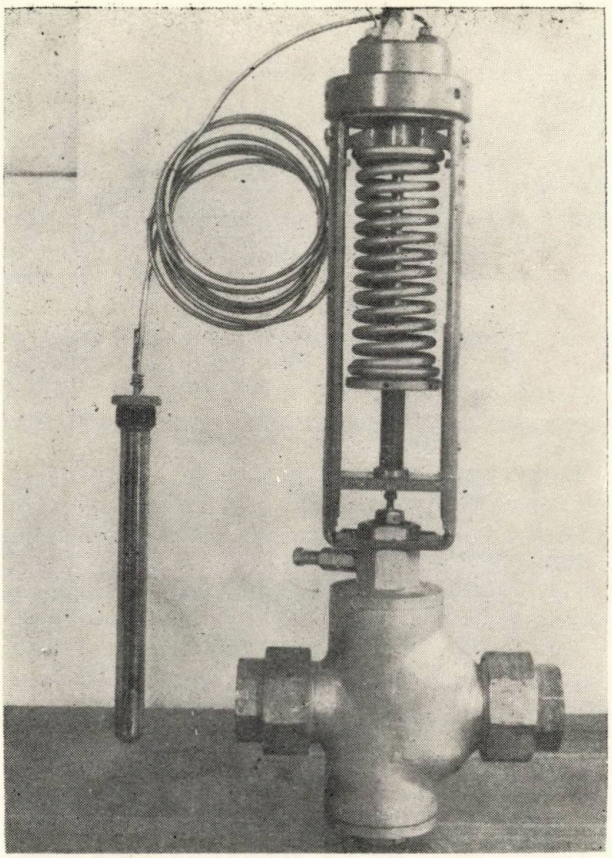


Fig. 2. Regulator direct de temperatură fără energie auxiliară fabricat de I. R. C. R. — Ploieşti.

fabricaţie curentă la I.R.C.R.—Ploieşti. Caracteristicile tehnice generale ale acestui regulator sînt :

— limitele de reglare $-30 \div +250$°C în subgame de 30 şi 60°C (la cererea beneficiarului);

— precizia de reglare $\pm 1°$ C în jurul valorii prescrise;

— coeficientul de amplificare $K_p = 10$ (banda de proporţionalitate $B = \frac{100}{Kp} = 10\%$;

— modul de acţionare : montaj normal „N", robinetul închide la creşterea temperaturii şi montaj invers „I", robinetul deschide la creşterea temperaturii reglate;

— gabarit : înălţime 775 mm, lungime 300 mm;

— greutate de circa 25,5 kg (pentru regulatorul cu robinet cu diametrul nominal 50 mm);

— agentul termic reglat : apă, abur şi produse petroliere;

— mediul ambiant : aer cu temperatura $-30 \div +45$°C.

Elementul de execuţie al regulatorului (robinetul) are următoarele caracteristici :

—tipul : robinet echilibrat cu două scaune;

— diametrul nominal Dn : 20, 25, 32, 40, 50 mm;

— presiune nominală : 16 kgf/cm²;

— temperatura maximă de lucru a robinetului : + 250°C ;

— caracteristicile de lucru : cu deschiderea rapidă ;

— Kv = 6,5 pentru Dn = 20 mm, Kv = = 9 pentru Dn = 25 mm ;

— Kv = 15,5 pentru Dn = 32 mm, Kv = 20,5 pentru Dn = 40 mm și Kv = 37 pentru Dn = 50 mm ;

— modul de racordare : cu racord olandez din oțel forjat STAS 1803 — 50.

Servomotorul regulatorului se realizează în două variante : servomotor mic cu presiune maximă de acționare 8 kgf/cm² și servomotor mare cu presiune maximă de acționare 16 kgf/cm².

Tipul servomotorului se alege în funcție de sensibilitatea aparatului. La temperaturi de reglare mici se utilizează servomotor mare și invers.

Termobulbul regulatorului este livrabil în mai multe lungimi (400, 500, 630, 800, 1 000 mm), în funcție de necesitățile utilizării în instalație. Diametrul exterior al termobulbului este 25 mm, iar presiunea nominală 25 kgf/cm².

În funcție de montaj, termobulbul este de trei tipuri :

— tip AS — pentru montaj vertical de sus în jos ;

— tip AJ — pentru montaj vertical de jos în sus ;

— tip A0 — pentru montaj orizontal.

Capilarul de legătură între termobulbul și servomotorul regulatorului se livrează la următoarele lungimi normalizate : 1 600, 2 500, 4 000, 6 400, 8 000, 10 000 mm.

Pentru regulatoarele în gama de temperatură — 30 ÷ 60°C se utilizează, în afara lichidului volatil cu presiune de vapori, și un lichid neutru, de transmisie, în scopul eliminării influenței variației temperaturii mediului ambiant asupra preciziei reglării.

2. Eficiența economică a introducerii regulatoarelor directe de temperatură la rezervoare de țiței încălzite

Pentru calculul eficienței economice trebuie să se cunoască valoarea investiției, cheltuielile de întreținere și de exploatare, prețul de cost și perioada de recuperare a investiției.

Investiția necesară introducerii regulatoarelor directe de temperatură, la rezervoarele de țiței încălzite, va fi :

$$I = \sum_j \sum_i [I_R + (1 + h)\ I_M] \qquad (1)$$

unde :

i este numărul regulatoarelor care au aceleași caracteristici economice (o grupă) ;

j — numărul grupelor de regulatoare cu aceleași caracteristici ;

I_R — costul unui regulator ;

I_M — costul montării unui regulator ;

h — investiția neprevăzută la un regulator ($h \leqslant 0{,}05$).

Amortizarea anuală va fi :

$$A = \frac{I}{n} \qquad (2)$$

n fiind numărul anilor în care regulatoarele pot lucra economic.

Cheltuielile anuale vor fi :

a) în cazul cînd reglarea se face manual :

$$C_1 = (1 + m)\ (C_{t1} + C_{a1} + M_{01} + C_t K.Q.) \qquad (3)$$

b) în cazul cînd reglarea se face automat :

$$C_2 = (1 + m)\ (A_R + C_{t2} + C_{a2}), \qquad (4)$$

în care :

C_t reprezintă cheltuieli anuale de întreținere și reparații ;

C_a — costul aburului pe timp de un an ;

M_0 — manoperă pentru supraveghere și reglajul manual ;

K — procentul pierderilor provenite din vaporizarea fracțiunilor ușor volatile în cazul reglării manuale ;

C_t — costul unei tone de produse ușor volatile ;

Q — cantitatea de țiței încălzită într-un an ;

m — procentul cheltuielilor neprevăzute ($m = 0{,}05 \div 0{,}15$) ;

A_R — amortizarea anuală.

Prețul de cost va fi :

a) în cazul cînd reglarea se face manual :

$$P_1 = \frac{C_1}{Q_1} = \frac{(1 + m)\ (C_{t1} + C_{a1} + M_{01} + C_t K.Q.)}{(1 - K)\ Q}, \qquad (5)$$

b) în cazul cînd reglarea se face automat :

$$P_2 = \frac{C_2}{Q_2} = \frac{(1 + m)\ (A_R + C_{t2} + C_{a2})}{Q}. \qquad (6)$$

Economia în cazul introducerii regulatoarelor directe de temperatură va fi :

$$E = (P_1 - P_2)Q. \qquad (7)$$

Timpul de recuperare a investiției va fi :

$$T_R = \frac{I_2 - I_1}{E} = \frac{I_2}{E} \text{ pt. } I_1 = 0. \qquad (8)$$

3. Exemplul de calcul

Pentru menţinerea temperaturii prescrise(25°C) la încălzirea cantităţii de 2 221 m^3 (ţiţei brut) (820t ţiţei net) ce trece printr-un parc de etalonare în 24 h, este necesară o cantitate anuală de abur de 21 500 t. Prin reglarea manuală, abaterea minimă a temperaturii de la valoarea prescrisă este de + 5°C şi, deci, cantitatea de abur consumată anual pentru încălzire este de 30 000 t. Prin supraîncălzirea ţiţeiului de la 25 la 30°C, în sistemul de colectare deschis, avem o pierdere de produse uşor volatile de circa 1% din producţia anuală de ţiţei ce se încălzeşte la parc, ceea ce reprezintă 3 000 t/an. Preţul unei tone de produse uşor volatile este în medie de 200 lei.

Reglarea manuală a temperaturii la acest parc se realizează de către o singură persoană, care cîştigă în medie 12 000 lei/an. Pentru reglarea automată a temperaturii sînt necesare opt regulatoare de temperatură a 4 500 lei bucata (preţul unui regulator I.R.C.R. pentru Dn = = 50 mm).

Cheltuielile de întreţinere cu şi fără regulatoare sînt de ordinul a 5 000 lei/an.

Interesează eficienţa economică la introducerea reglării automate a temperaturii ţiţeiului din separatoare şi rezervoare.

Rezultatele calculului economic, conform metodologiei propuse, sînt prezentate în tabela 1.

TABELA 1

Indici tehnico-economici	Varianta reglare manuală	Varianta reglare automată
Producţia anuală de ţiţei, t	292 000	295 000
Investiţia „I", lei	—	46 800
Amortismente „A_R", lei	—	4 700
Cheltuieli anuale „C", lei	1 367 000	550 000
Partea din preţul de cost care se referă la încălzire „P", lei	4,7	1,87
Economia anuală „E", lei	—	830 000
Timpul de recuperare a investiţiei „T_R", lei	—	22

4. Concluzii

1. Investiţia necesară asigurării reglării temperaturii ţiţeiului din rezervoare este foarte mică. Aceasta se recuperează în mai puţin de trei luni numai prin economia de abur care se realizează.

Dacă se ia în considerare şi reducerea pierderilor de fracţiuni uşor volatile la rezervoarele de ţiţei deschise, investiţia se recuperează în mai puţin de o lună.

2. Aparatura de reglare propusă este simplă, robustă, comodă în exploatare şi se realizează la I.R.C.R.—Ploieşti în producţia de serie.

3. Regulatoarele directe de temperatură pot fi folosite la toate procesele de producţie care au un agent de încălzire sau de răcire şi constată de timp relativ mare.

4. Metodologia propusă pentru calculul eficienţei economice la reglarea automată a temperaturii în rezervoare poate fi adaptată uşor şi la alte procese tehnologice.

CRONICĂ

AL 11-lea CONGRES INTERNAȚIONAL AL INDUSTRIEI DE GAZE
MOSCOVA 9 — 13.VI.1970

Uniunea internațională a industriei de gaze (U.I.I.G) fondată în anul 1930, cuprinde asociații naționale de gaze din 27 de țări printre care și România.

Industria de gaze a cunoscut în ultimii ani o mare dezvoltare, pe harta globului au apărut multe țării producătoare și consumatoare de gaze. Noi zone terestre sau marine au fost identificate ca mari zăcăminte gazeifere. Acțiunea de cercetare geologică este în continuă dezvoltare atît în ceea ce privește extinderea suprafețelor de interes, cît și creșterea adîncimilor de foraj. Necesitatea mereu crescîndă de materii prime pentru chimie, cît și de energie primară, face ca acest domeniu de activitate să atragă cît mai mulți specialiști, ca : oameni de știință, cercetători, proiectanți, mari specialiști în inginerie de șantier, care sînt chemați să-și aducă aportul în această campanie de mare eficiență economică ce se desfășoară pe toate meridianele globului.

Industria de gaze, unul din cele mai puternice izvoare de energie ale lumii, asigură un progres rapid țărilor producătoare de hidrocarburi gazoase.

Dezvoltarea marilor sisteme de conducte magistrale al căror diametru este proiectat să ajungă pînă în anul 1975 la 2,5 m, face posibil ca gazele din Siberia să ajungă în Franța, Spania, Republica Federală a Germaniei, Italia, Japonia și de asemenea, din Olanda în Franța, R. F. G., din Canada în S. U. A., din U. R. S. S. în Polonia, Cehoslovacia, Austria și Afganistan, iar din Iran în U. R. S. S. Gazele sub formă lichefiată se transportă cu ajutorul tancurilor marine din Algeria în Franța și Anglia, iar din Alasca în Japonia.

În aceste condiții a avut loc cel de al 11-lea Congres al Uniunii internaționale a industriei gaze, la care au participat delegați de specialiști din 27 de țări, care au prezentat un număr de peste 160 comunicări științifice privind cele mai actuale probleme legate de exploatarea zăcămintelor, extracția, transportul, înmagazinarea subterană și valorificarea superioară a gazelor.

Palatul congreselor din Kremlin a întrunit sub auspiciile sale peste 5 000 de oameni, veniți la Moscova pentru a participa la lucrările congresului de gaze, expunînd aici rezultatele cercetărilor, experiențelor și practicilor din țările proprii, ascultînd și învățînd din experiența altora, căutînd în acest fel să-și îmbogățească cunoștințele în acest domeniu foarte efervescent în această epocă — industria de gaze.

Lucrările congresului s-au dezbătut în secții de specialitate, și anume :

1) producția și înmagazinarea gazelor naturale, unde au fost prezentate și discutate 31 de referate ;

2) producția gazelor artificiale cu 8 referate ;

3) transportul gazelor cu 49 de refefate ;

4) distribuția gazelor cu 23 de referate ;

5) utilizarea gazelor cu 42 de referate ;

6) statistica cu 5 referate ;

7) documentație și diverse probleme cu 4 referate.

Făcînd o analiză statistică pe țări privind referatele prezentate, situația are următorul aspect : URSS — 53 de comunicări științifice, Polonia — 15, Franța — 13, Olanda — 11, SUA — 10, RFG — 10, Anglia — 10, Cehoslovacia — 7, Canada — 7, Italia — 5, RSR — 4 Japonia — 3 etc.

Trăsătura specifică, comună tuturor lucrărilor prezentate, a fost aceea a tratării eficienței economice a majorității problemelor tehnice abordate.

De la tribuna acestui congres s-a văzut că lumea industrială privește fiecare soluție tehnico-științifică, atît prin productivitatea pe care o aduce în producție, cît mai ales prin eficiența sa economică.

O altă trăsătură dominantă a comunicărilor tehnico — științifice expuse, a fost aceea a cercetărilor efectuate în cadrul institutelor de profil și laboratoare uzinale.

Industria extractivă de gaze ca și alte ramuri economice, nu mai aplică soluții tehnice întîmplătoare, bazate pe rutină, pe meșteșug, ci numai acele metode și procedee de lucru rezultate dintr-o cercetare prealabilă în care mijloacele tehnice ale anului 1970 sînt folosite din plin (programare, automatizare, mecanizare), domeniu în care țara noastră mai are mult de făcut.

La acest congres s-a putut învăța din experiența de laborator și de șantier a americanilor, sovieticilor, francezilor și a altor țări participante.

Majoritatea problemelor puse în discuție n-au fost din domeniul extractiv, așa cum ar fi fost de așteptat, ci din transport și utilizare a gazelor. Lucrătorii industriei de gaze se întreabă cum să transporte gazele la mare distanță cu cheltuieli cît mai puține și cum să utilizeze mai eficient aceste gaze.

În problema acoperirii vîrfurilor sezoniere și orare de consum, congresmenii au venit cu cîteva soluții noi, și anume :

— interșanjabilitatea sistemelor de transport ;

— stocarea gazelor în subteran.

În acest scop au fost experimentate cu rezultate bune înmagazinările în zăcăminte de gaze epuizate sau semiepuizate, zăcăminte de apă, caverne construite ad-hoc în masive de sare, lichefierea — transportul și înmagazinarea în rezervoare subterane etc.

Tendința modernă în materie de utilizare a gazelor o constituie chimizarea lor. Gazele naturale au devenit una dintre materiile prime de bază pentru industria chimică. Congresul al 11-lea al industriei de gaze, care s-a ținut la Moscova în anul 1970, se pare că a dat răspuns concret întrebării mult discutate cum e mai bine, gazele naturale să fie arse drept combustibil sau prelucrate în uzinele chimice ? Multitudinea produselor rezultate din gazele naturale, servește drept argument pentru hotărîrea ce s-a luat în toate țările, de a chimiza gazele. Țara noastră poate fi considerată că merge pe acest drum, avînd în vedere următoarele produse pe care le realizează cu ajutorul gazelor naturale 4, și anume : îngrășămintele azotoase, negrul de fum, metanolul care înainte se extrăgea prin distilarea uscată a lemnului, formaldehida, sulfura de carbon, acidul clorhidric, produșii clorurați, sticla organică, rășinile sintetice, policlorura de vinil, rolanul etc.

În prezent se aplică pe scară industrială, la Combinatul Siderurgic — Galați procedee siderurgice prin care se reduce consumul de cocs metalurgic și se mărește capacitateă reducătoare a gazelor de furnal prin folosirea gazului metan insuflat împreună cu oxigenul.

Este adevărat că în funcție de specificul fiecărei țări și de rezervele geologice pe care le deține, gazele naturale pot avea diferite întrebuințări printre care și arderea lor pentru producerea de energie electrică sau pentru termoficare. Congresul a prezentat unele referate, privind manufacturarea gazelor pentru asemenea scopuri și soluții de modernizare a arzătoarelor pentru a realiza maximum de eficiență. Se pare că un cuvînt de spus în aceste probleme îl au cercetătorii francezi, americani și canadieni.

De asemenea, din lucrările congresului s-a desprins și concluzia că în condițiile utilizării pe scară din ce în ce mai mare a gazelor naturale drept materie primă pentru chimizare, consumul casnic rămîne totuși să beneficieze de gaz metan avînd în vedere simplitatea, elasticitatea, condițiile de higienă în exploatare etc. a acestui produs. Ceea ce rămîne ca o problemă deschisă pentru viitor în acest domeniu, este perfecționarea dispozitivelor de ardere, cît și realizarea posibilităților de manufacturare a gazelor pentru acest scop.

O problemă foarte importantă, cu aplicabilitate și pentru țara noastră, a ridicat delegația Republicii Populare Polone pe al cărui teritoriu au fost descoperite în ultimii ani unele zăcă-

minte de gaze cu conținut ridicat în impurități gazoase, cum ar fi: azot, hidrogen sulfurat, bioxid de carbon și chiar gaze rare. Specialiștii polonezi au prezentat unele rezultate ale institutului polonez de cercetării pentru gaze privind unele metode de extracție, curățire și utilizare a gazelor naturale care conțin astfel de impurități.

Delegația Republicii Socialiste România în frunte cu ministerul petrolului, a participat activ la lucrările congresului, prezentînd un număr de patru comunicări științifice privind unele probleme specifice industriei gazeifere din țara noastră. Astfel, ing. Lucaci Vasile a expus despre o metodă originală a României pentru determinarea umidității gazelor, dr. ing. Pușcoiu Nicolae a prezentat lucrarea privind perspectivele de înmagazinare subterană a gazelor în țara noastră, ing. Modrogan Nicolae, folosirea oxigenului în procesele de ardere a gazelor naturale și posibilitățile de utilizare optimă a metanului ca sursă de materii prime și combustibil pentru industria din România. Referatele prezentate de către delegația română, cît și răspunsurile date la întrebările puse, au fost apreciate de către participanți .

În cadrul orașului Moscova, cu acest prilej a fost organizată o expoziție a industriei de gaze, la care și-au prezentat exponate 18 țări producătoare de utilaje, instalații, material tubular și aparatură pentru industria de gaze.

Prospectele oferite delegației noastre de către firmele participante la expoziție cît și referatele prezentate la congres, vor servi ca material documentar pentru specialiștii români care lucrează în această ramură industrială, îmbogățind astfel biblioteca tehnică a Ministerului Petrolului.

Cu ocazia congresului au fost lămurite o serie de probleme de mare importanță pentru țara noastră, avînd în vedere locul trei pe care îl ocupă România în ierarhia țărilor producătoare de gaze naturale ale globului.

Țara noastră se va pregăti pentru cel de al 12-lea congres internațional al industriei de gaze, ce se va ține în anul 1973 în Franța, cu noi comunicări științifice care vor face cunoscută participanților la congres tradiția și nivelul tehnicii și științei Republicii Socialiste România, a cărei industrie de gaze a împlinit anul acesta 61 de ani de activitate.

AL 7-lea CONGRES ARAB AL PETROLULUI

În perioada 16—22 martie 1970 a avut loc în Kuweit al 7-lea Congres arab al petrolului.

La Congres au participat aproximativ 520 de specialiști, reprezentînd statele membre ale Ligii Statelor Arabe, Emiratele din Golful Persic, diferite companii petroliere, universități, institute și centre de cercetare din țările arabe și delegați din alte țări cu industrie de petrol. Din partea țării noastre a participat — în calitate de observatori o delagație condusă de ing. Gheorghe Pacoste, adjunct al ministrului petrolului.

La acest Congres s-au prezentat 82 de referate, care au fost discutate în în trei grupe speciale, și anume :

A. grupa economică, care a cuprins următoarele ramuri : economie, legislație, convenții, problemele muncii și marketing ;

B. grupa de producție a cuprins : foraj, extracție, prospecțiuni, explorare și geologie ;

C. grupa proceselor de prelucrare a cuprins : rafinarea, transportul și depozitarea țițeiului și a produselor, industrii legate de petrol.

Fiecare grupă și-a desfășurat lucrările în ședințe separate.

A. *În grupa economică* au fost prezentate 23 de referate avînd ca teme principale : cooperarea pentru pace și prosperitate, planificarea și posibilitățile de dezvoltare a industriei de prelucrare și a celei petrochimice în țările arabe : lichefierea gazului metan extras împreună cu țițeiul și transportul acestuia în zonele industriale de pe glob unde este solicitat la consum — în prezent, 2/3 din gazele ce se produc în Kuweit sînt suflate în aer (arse la coș) ; standardizarea în șantierele petroliere arabe ; influența Organizației Țărilor Exportatoare de Țiței (OPEC) asupra venituri lor naționale ale țărilor importatoare de țiței ; cererile de țiței arab în viitor și altele.

B. *În grupa de producție* au fost discutate 35 de referate cuprinzînd în principal următoarele : rezultatele prospecțiunilor în anumite zone cu perspective ; studii geologice (16 referate) ale unor structuri în explorare sau productive din diferite țări arabe ; optimizarea fracturărilor de foraj ; aplicarea fracturării hidraulice și altele.

C. *Grupa proceselor de prelucrare* a dezbătut 24 de referate. Au prezentat interes următoarele referate : prelucrarea țițeiurilor și a produselor cu un conținut ridicat de sulf (3 referate) ; încercările de folosire a calculatoarelor electronice în conducerea funcționării coloanelor de distilare (3 referate), încărcarea țițeiului și a produselor petroliere în tancuri de mare capacitate (3 referate), fabricarea unor tipuri noi de bitumuri (2 referate).

Date valoroase au fost prezentate de J. S. Gillis de la Soc. „American Independent Oil Company" — Kuweit — în referatul său „Desulfurarea". Aceste date sînt bazate pe experiența societăților care operează în Kuweit, deoarece țițeiurile de aici au între 2,5 și 4% sulf. În urma aplicării proceselor de desulfurare la toate fracțiunile petroliere, se pot obține produse finite cu un conținut mic de sulf sub 1%.

Pentru fiecare grupă a avut loc cîte o discuție privind :

a) cooperarea între țările arabe producătoare de țiței și țările consumatoare de țiței din lume și efectele economice rezultînd din acestea ;

b) noi progrese în explorarea și extracția țițeiului,

c) noile direcții de dezvoltare a proceselor de prelucrare a țițeiului.

Participanților li s-a oferit ocazia să viziteze următoarele obiective industriale din Kuweit :

1. Centrul industrial Shuaiba.

2. Centrul de colectare a țițeiului nr. 14 din bazinul Burgan.

3. Cheiul de încărcare Sud (South Pier), de la Mina Al Ahmadi.

4. Display Centre, o expoziție care prezintă în machete și fotografii dezvoltarea și stadiul explorării, exploatării, prelucrării și transportului în industria de petrol din Kuweit.

În continuare se dau cîteva date în legătură cu obiectivele industriale vizitate :

1. Centrul industrial Shuaiba se află la 50 km sud-est de orașul Kuweit și ocupă o suprafață totală de 8 km^2.

În componența acestui complex industrial intră :

a) un port modern cu 5 dane care pot încărca vase cu un deplasament de 15 000 t. La 1 000 m în mare, se află o dană metalică cu două posturi de încărcare, care poate încărca simultan două tancuri a cîte 70 0000 t fiecare ;

b) o centrală electrică modernă cu o capacitate de 400 megawați, dată în funcțiune în anul 1969 ;

c) o instalație de distilare a apei de mare cu o capacitate de 3 mil. galoane/zi (11,3 mil. l/zi), cu posibilități de extindere pînă la 9 mil. galoane/zi (34 mil. l/zi) ;

d) compania de îngrășăminte chimice (Kuweit Chemical Fertilizer Company). Înființată în anul 1964, ea a început producția parțial în anul 1966, folosind drept materie primă gazele naturale și sulful lichid de la rafinăria Soc. KNPC.

— Compania are următoarele instalații :
— amoniac 400 t/zi ;
— uree 550 t/zi ;
— sulfat de amoniu 500 t/zi ;
— acid sulfuric 400 t/zi.

e) rafinăria Shuaiba a societății „Kuweit National Petroleum Co" are un profil modern pentru producerea de combustibili. A fost construită și proiectată de „Flour Co" — S. U. A. — și dată în funcțiune în anul 1968 ; rafinăria are o capacitate de aproximativ 5 mil. t/an, și este foarte puțin extinsă, cu distanțe minime între instalații, parcuri de rezervoare, facle etc., cuprinzînd :

— o instalație de distilare atmosferică și vid, din care se obțin produsele : benzină, petrol, motorină ușoară, motorină grea, distilat de vid și gudron ;

— patru instalații de hidrofinare, dintre care una de tip Isomax, pentru distilatul de vid și una de tip H—Oil, pentru gudron ;

— instalații de desulfurare a gazelor și de producere a sulfului (420 t/zi);

— o instalație de producere a hidrogenului cu o capacitate de 3,96 mil. m^3/zi din gazele de sondă;

— o instalație de reformare catalitică pentru obținerea de benzină cu cifră octanică ridicată.

Prin aplicarea tratării cu hidrogen a tuturor produselor, se obțin produse finite cu un conținut mic de sulf.

2. Centrul de colectare a țițeiului nr. 14 face parte din bazinul Burgan, bazinul cel mai productiv din Kuweit 386 sonde, dintre 364 productive).

Acest centru colectează țițeiul și gazele de la 42 sonde Se folosesc două trepte de presiune pentru separarea gazelor de țiței. Din gazele separate, numai 1/3 sînt folosite restul fiind arse la coș.

Producția totală de țiței a Kuweitului a fost în anul 1969 de 127,5 mil. t din această cantitate, 113,3 mil. t a; fost exportată ca atare, iar restul prelucrat de diverse rafinării din Kuweit.

3. Cheiul de încărcare Sud South Pier — de la Mina al Ahmadi, este proprietatea Soc. Kuweit Oil Company (50% capital Gulf Co, 50% capital B.P.).

Cheiul de încărcare Sud a fost construit pentru încărcare cu țiței, motorine, distilate ușoare, combustibil de focare ușor și greu și gaze lichefiate. Cheiul are 8 dane de încărcare putîndu-se încărca la acest chei tancuri cu un deplasament de pînă la 100 000 t.

La 16 km în larg este construită o insulă artificială, care poate încărca petroliere cu un deplasament pînă la 326 000 t. Această insulă este legată de țărm cu două conducte cu diametre de 48, respectiv 20 inch și este prevăzută cu cele mai moderne instalații de telecomunicații.

SIMPOZIONUL ANUAL AL ASOCIAȚIEI GEOLOGICE WYOMING (S.U.A.) DIN SEPTEMBRIE 1970

Între 21 și 23 septembrie a. c. va avea loc Simpozionul anual al Asociației geologice Wyoming, în localitatea Casper, din acel stat. Simpozionul este axat pe importanța economică a gresiei de Wyoming, fiind intitulat „Simpozionul gresiei de Wyoming" (Wyoming Sandstone Symposium).

Valoarea economică a acestei gresii provine atît din succesul fără precedent al dublei descoperiri a unor bogate zăcăminte de țiței, cît și de uraniu.

O mare importanță economică o prezintă, de asemenea, și nisipul cretacic Muddy, în care, în ultmii doi ani sau descoperit milioane barile de țiței. În cursul acestor lucrări exploratorii au găsit în nisipul oceanic Wind River, cîteva din cele mai mari zăcăminte de uraniu ale țării. Simpozionul va mai prezenta și o situație la zi a cercetării altor nisipuri, care sînt de o importanță economică deosebită și care se află în curs de delimitare, în zona superioară și inferioară a renumitului strat petrolifer Tensleep — Minnelusa, precum și stratele Sundance, Dakota, Frontier și Mesaverde.

De asemenea, vor fi discutate probleme referitoare la apele subterane și dispozitivele de la suprafața solului pentru captarea și lichidarea produselor reziduale provenite de la diversele industrii.

Alte teme vor trata despre elementele trasoare și despre geochimianisipurilor eocene și a zăcămintelor aluvionare de nisip cu conținut titano-feros.

Se subliniază participarea la acest Simpozion a renumitului geolog american de reputație mondială, Edwin Mckee, specialist în geologia sedimentarului și a președintelui Asociației americane a geologilor petroliști, William Curry.

DOCUMENTARE

Zubarev, V. G **Dinamica procesului de formare a cavernelor.** În: Burenie, nr. 5, mai 1970, p. 37.

În urma analizei efectuate se demonstrează, că în argilele ce intră în componența rocilor și formează pereții găurii de sondă se petrec în același timp două procese de sens contrar: 1) curgerea plastică în gaura de sondă sub acțiunea diferenței de presiune între presiunea litostatică și presiunea hidrostatică a fluidului de foraj, ceea ce duce la micșorarea diametrului sondei; 2) dislocarea și căderea în gaura de sondă sub acțiunea variațiilor de temperatură și presiune a fluidului de foraj și a altor factori, ceea ce duce la mărirea diametrului găurii.

Kopîlov, V. E. **Noi date cu privire la dislocarea rocilor tari cu viteze mari de mișcare a diamantelor seulei.** În: Nefteanoe hozeiastvo, **48**, nr. 5, mai 1970, p. 7.

Se prezintă rezultatele cercetărilor efectuate pe un stand special pentru dislocarea unor plăci de cuarț cu ajutorul diamantului mișcat cu viteze de deplasare pînă la 10 m/s.

Se constată că este posibil o îmbunătățire a curățirii tălpii, datorită detașării lavinare din masiv a rocii, ca efect al vitezei mari de mișcare a diamantului și înglobării instantanee a produselor pulverizate de roca dislocată în curentul lichidului de circulație.

Se face descrierea standului și se dau amănunte asupra rezultatelor filmării rapide a procesului de dislocare.

Dillard, M. M. **„Instalație de foraj nouă automată îmbunătățește vitezele de avansare".** În: World Oil, **170**, nr. 6, mai 1970.

Instalația automată ADM — i poate săpa pînă la aproximativ 4 000 m cu prăjini de 4 ½ in. Pînă în aprilie 1970 a săpat un total de 12 168 m. Dispozitivul principal este un cap de foraj care înlocuiește macaraua, cîrligul, tija de antrenare și masa rotativă. Este acționat hidraulic și se deplasează în sus și în jos pe căi de călăuzire în interiorul unui turn cu laturi paralele înalt de 12,8 m. Cursa capului de foraj este 35 ft — = 10,7 m.

Obișnuit turația maximă este de 300 rot/min. Cu el se înșurubează (sau se deșurubează) prăjinile după ce au fost strînse (sau slăbite) de un clește ce are un moment de strîngere de 10,6 t-metru.

Întrucît capul de foraj rămîne angajat aproape tot timpul marșurilor se poate menține circulația în tot acest timp.

Un dispozitiv de pene acționat electronic-hidraulic lucrează și ca dispozitiv de siguranță.

Un sistem de manevrare automată a prăjinilor constă dintr-un braț de transfer care (cînd se extrage garnitura) se mișcă din poziția orizontală în cea verticală, prinde bucata de prăjină care se deșurubează, apoi se întoarce în poziția orizontală.

În această ultimă poziție bucata este preluată de un braț de stivuire și așezată pe o rampă. Aceste dispozitive lucrează complet automat sau la comandă cu butoane.

Sistemul hidraulic este acționat de cinci motoare diesel de cîte 350 CP fiecare acționînd o pompă hidraulică de 328 CP.

Celelalte operațiuni se fac tot automat, după program, sau prin comandă cu butoane.

Echipa este compusă din operator și un ajutor. Efortul manual este minim.

Kiselman, M. L., Andrianov, I. I. **Cercetări asupra turtirii coloanelor uzate.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 5, mai 1970, p. 14.

În articol se prezintă pe scurt rezultatele analizării efectelor uzării coloanelor, datorită frecării lor cu prăjinile de foraj. Se descriu cercetările de laborator asupra pierderii rezistenței burlanelor supuse la uzură locală. Încercările de uzură interioară locală sub formă de jgheab a unor capete de burlane de 168 mm diametru din oțel grad K au demonstrat că în astfel de condiții burlanele pierd la 50% și chiar mai mult din rezistența lor inițială.

După diagrama tensometrică de repartizare a deformațiunilor inelare se trage concluzia că în zona slăbită prin uzură a burlanului se produc concentrații importante de tensiuni, care duc la degradarea (turtirea) burlanului în zona uzată

Komorin, V. K. **Experienţa în măsurarea presiunii hidrostatice la talpa sondei exercitată la terminarea operaţiei de cimentare.** În: Burenie, nr. 4, apr. 1970, p. 29.

Se examinează problema presiunii hidrostatice a pastei de ciment legată de teoria şi practica consolidării găurii de sondă. Se descrie un nou mijloc şi dispozitiv de înregistrare a presiunii în spaţiul inelar al sondei după terminarea operaţiei de cimentare, presiune măsurată direct la talpă. Se prezintă rezultatele înregistrării acestei presiuni în gaura de sondă şi se face o scurtă analiză a lor. În afară de aceasta se mai prezintă relaţia şi metoda grafică pentru determinarea gradientului de presiune ce se naşte între presiunea din interiorul coloanei şi presiunea de pori din exteriorul ei în perioada de întărire a cimentului.

Se fac recomandări practice pentru utilizarea datelor ce se obţin la efectuarea consolidării sondelor.

Calvin, W. B. **„Ce este nou"... în foraj"** În: World Oil, **170**, nr. 6, mai 1970.

Se descrie un tip nou de echipament de foraj în care dispozitivul principal este un retractor. Acesta este compus dintr-o serie de dispozitive de prindere hidraulice formînd un lanţ fără sfîrşit ce manevrează un furtun armat care înlocuieşte prăjinile de foraj.

Suspendat în 3 000 m de noroi în greutate specifică 1,2 acest furtun, cu diametru exterior 5 ½ in — 140 mm, are o rezistenţă de 276 t şi o rezervă de 138 t.

Lanţul fără sfîrşit poate extrage furtunul flexibil cu o viteză de 100 m/min, continuînd circulaţia în acest timp dacă este nevoie.

Pe măsură ce furtunul este extras el este înmagazinat într-un coş rotativ.

Forajul este efectuat de un motor electric de fund. Circuitul de alimentare al motorului este îngropat în peretele furtunului. Pentru introducerea coloanelor se întrebuinţează o turlă şi un troliu convenţional. Instalaţia poate fora pînă la adîncimea de 3 000 m.

Mansurov, A. P., Mamedov, N. N. **Metodă de proiectare a coloanelor pentru sonde adînci.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 5, mai 1970, p. 10.

În lucrare se propune o metodă analitică de soluţionare a problemei legată de determinarea variaţiei grosimii de perete a coloanei în lungul axei sale în condiţiile menţinerii constante a diametrului interior (în ideea unei construcţii mai raţionale şi economice a burlanelor) şi a valorii limitei de curgere a materialului tubular sub acţiunea forţei de întindere a greutăţii proprii, presiunii exterioare şi contrapresiunii interioare. Pentru sonde de diferite adîncimi şi în funcţie de golire se determină adîncimea unde secţiunea Z_0 corespunde celei mai reduse grosimi de perete a coloanei şi se deduc formulele analitice pentru determinarea grosimii de perete la gură ($0 \leqslant Z \leqslant Z_0$) şi la sabot ($Z_0 \leqslant Z_0 \leqslant H$).

În afară de acesta, se prezintă soluţionarea problemei inverse, şi anume: determinarea variaţiei limitei de curgere a materialului burlanelor în lungul coloanei în condiţiile menţinerii constante a grosimii sale de perete.

White, A. V. **„Metodă simplă pentru controlul manifestaţiilor"** În: World Oil, mai, **170**, nr. 6, 1970.

Societatea Champlin Petroleum utilizează o metodă simplă pentru controlul manifestaţiilor.

Cînd sonda manifestează se închid prevenitoarele (unii preferă să deschidă întîi linia duzei).

Se închide sonda şi se citeşte presiunea la prăjini (PPSI) şi la coloană (PCSI).

Se calculează greutatea specifică suplimentară cu formula:

$$(GSN) = \frac{PPSI}{0{,}1L} + 0{,}036$$

unde:

L reprezintă adîncimea sondei în metri;

0,036 — greutatea specifică în plus, pentru siguranţă.

(Se poate face anticipat un tablou pentru fiecare sondă).

Se amestecă cît mai repede noroiul la greutatea specifică necesară.

Se porneşte pompa încet (obişnuit 25 curse/min) căutînd ca presiunea în coloană să crească mai mult decît 7 at peste PCSI, prin alegerea duzei.

Se pompează astfel pînă ce noroiul îngreuiat ajunge la sapă. (Volumul a 100 m de prăjini trebuie calculat anterior în număr de curse).

Se poate pompa şi dacă presiunea la prăjini este 0; se reîncepe pomparea menţinînd presiunea la prăjini egală cu cea care a fost înainte de a opri pompa.

Se circulă un ciclu complet. Dacă sonda nu este moartă se închide din nou sonda, se citesc presiunile şi se repetă operaţia.

Dacă sonda este moartă se efectuează o circulaţie completă, şi apoi forajul poate fi reluat.

Aliev, G. H. **Desfăşurările sistemelor de teledinamometrare.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeiastvo, **50**, nr. 5, mai 1970, p. 32.

În prezent pentru controlul centralizat al funcţionării sondelor exploatate cu pompe de extracţie sînt elaborate diferite sisteme de teledinamometrare, care se deosebesc, în general, între ele prin modul de desfăşurare a teledinamogramei: desfăşurarea în raport cu timpul sau desfăşurarea în raport de cursa tijei polisată.

Se face o analiză comparativă a celor două moduri de desfăşurare a teledinamogramelor. Plecînd de la un exemplu concret se estimează calitatea desfăşurărilor, se demonstrează superioritatea desfăşurării în raport de cursa pistonului şi raţionalitatea aplicării sale.

Hasaev, A. M. **Cercetarea rezistenţelor hidraulice în cazul curentului turbulent polifazat.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeiastvo, **50**, nr. 5, mai 1970, p. 28.

Se analizează rezultatele cercetărilor legate de influenţa compuşilor macromoleculari (CMM) asupra mişcării turbulente prin ţevi de extracţie şi conducte a curentului polifazat. Cercetările analizate s-au efectuat în trei alternative.: 1) prin introducerea unor doze reduse de CMM în curentul turbulent de fluid; 2) prin realizarea între suprafaţa tuburilor şi curentul de fluid a unui strat din materiale cu CMM; 3) prin tratarea suprafeţei materialului tubular cu fază solidă de suspensie CMM.

Coeficientul de rezistenţă hidraulică, care caracterizează influenţa CMM, se constată că se reduce cu circa 20% în cazul alternativei 1 şi cu 20%, respectiv 12% în cazul alternativei 3 (acoperirea suprafeţei materialului tubular cu răşină epoxidică sau cu clei BF-2). În cazul acoperirii granulelor de nisip cu o peliculă de CMM cresc pierderile de presiune la mişcarea turbulentă a amestecului de apă şi nisip. Un adaos în apă de CMC cu o concentraţie de peste 0,5% contribuie la tulburarea prematură a curentului, iar o concentraţie sub 0,5% — la încetinirea trecerii regimului de mişcare de la cel laminar (structural la turbulent.

Geafarov, S. T. ş. a. **Cercetarea problemelor legate de comanda automată a unităţii de pompare pentru exploatarea separată a două strate.** În: Za tehniceskii progress, **10**, nr. 5, mai 1970, p. 4.

În cazul exploatării simultane şi separate prin aceeaşi sondă a două strate cu instalaţii de pompare de adîncime funcţionînd după schema „pompă — pompă" cu o singură garnitură de prăjini, controlul lucrului pompelor de extracţie se face cu dispozitivul de variere a cursei suspensiei cu cablu (DVCS). În scopul asigurării unei funcţionări raţionale a DVCS, precum şi pentru automatizarea ciclului său motor s-a elaborat o schemă de comandă automată.

Dispozitivul de comandă automată permite controlul asupra stării fiecărei pompe de extracţie în parte, precum şi a debitului separat al stratelor.

În articol se analizează relaţia dintre variaţia sarcinii la capul balansierului unităţii de pompare şi variaţia lungimii cablului de suspensie manevrat de acţionarea fixată pe balansier. Drept element primar pentru controlul acestei relaţii se utilizează traductorul de eforturi tip DUI-2.

Musin, N. H. ş. a. **Controlul calităţii deschiderii stratelor prin perforare cu jet abraziv.** În: Nefteanoe hozeiastvo, **48**, nr. 5, mai 1970, p. 38.

În timpul perforării cu jet abraziv se produc pulsaţii mari de presiune, care provoacă alungiri axiale suplimentare ale garniturii de ţevi de extracţie, avînd ca efect formarea unor tăieturi verticale.

Cercetările efectuate pe standuri arată că, în cazul perforării abrazive cu deschizături verticale, fantele longitudinale de 100...110 mm în coloana de exploatare sînt optime.

Pentru controlul calităţii perforării şi studiul în condiţiile directe de schemă a stării deschizăturilor s-a elaborat un aparat special.

Zaghirov, F. H. **Determinarea gradului optim de epurare a apelor reziduale de schelă utilizate pentru injecţie.** În : Nefteanoe hozeiastvo, **48**, nr. 5, mai 1970, p. 56.

În articol se argumentează raţionalitatea inundării pe etape a straterlor cu utilizare a apelor reziduale de schelă, trecînd de la tehnologia cea mai simplă de epurare a lor la alta mai complexă.

Se propune o metodă analitică pentru determinarea gradului optim şi a schemei rentabile de epurare a apelor reziduale bazată pe compararea costului tratării lor şi a costului restabilirii receptivităţii sondelor de injecţie.

Se descrie o instalaţie experimental-industrială de tratare în sistem închis a apelor reziduale, în execuţie automatizată în blocuri pentru trei etape succesive de pregătire după trei scheme : I—fără epurare ; II — cu decantare ; III—cu epurare, decantare şi filtrare, avînd o capacitate de 3 000 m^3/zi, cu posibilitate de lărgire la 6 000 m^3/zi. Se arată elementele componente ale instalaţiei şi indicatorii săi tehnici şi economici.

Graf, R., Kock, R. şi Kwade, C. : **Transportul apei sărate prin conducte protejate contra coroziunii.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **86**, nr. 4, april. 1970, p. 145.

La exploatarea ţiţeiului prin împingere marginală de apă în zăcămînt, rezultă însemnate cantităţi de apă sărată, care se separă de ţiţei şi din nou se injectează în formaţiune. Datorită coroziunii, transportul acestor ape prin conductele de joasă şi înaltă presiune prezintă mari dificultăţi.

Coroziunea în conductele de joasă presiune este uşor combătută, prin folosirea de ţevi din materiale sintetice PVC, polietilenă, polipropilenă, polibutenă sau răşini poliesterice cu inserţii de fibre de sticlă . Se arată caracteristicile acestor ţevi, modul de montare a lor, aparatura de sudare şi comportarea bună pe schelă.

Pentru traseele conductelor de mare presiune, ţevile de oţel sînt, în mod curent, protejate la interior contra coroziunii prin introducerea de ţevi de PVC sau prin căptuşirea cu mortar de ciment. Înainte de a fi introduse în ţevile de oţel, se aplică pe ţevile de PVC o masă de umplere (de exemplu metallon). Ulterior, printr-un procedeu de tragere la rece a ţevilor de oţel peste ţevile de PVC, se realizează o pretensionare şi un contact strîns între ambele ţevi, la aceasta contribuind şi masa de umplere. Ţevile se livrează cu îmbinări prin flanşe înfiletate, trecerea de la ţeava interioară la faţa flanşei realizîndu-se printr-o piesă de racord din PVC.

În ultimii 8 ani s-au experimentat, cu bune rezultate, protecţii interioare din mortar de ciment (ciment de bază 20% gr, puzzolană 20% şi 60% nisip cu granulaţie pînă la 2 mm). Acest mortar este rezistent la ionii de Mg^{++} şi SO_4^{--} prezenţi în apele sărate de zăcămînt, care descompun amestecurile normale de ciment. Se arată procedeul de îmbinare a ţevilor şi de aplicare a mortarului în interiorul îmbinării.

Protecţia catodică interioară a conductelor este un alt procedeu de combatere a coroziunii. Noul procedeu este succint descris. Rezultatele obţinute pînă în prezent sînt promiţătoare, deşi mai sînt necesare, în continuare încă, multe date din experienţa de şantier.

Guseinov, D.A. **Studiul compoziţiei gazelor de la cracarea catalitică a benzinei în prezenţa zeoliţilor.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 5, mai 1970, p.35.

Se prezintă rezultatele determinărilor bilanţului material al gazelor de la cracarea catalitică a fracţiunilor de benzină din ţiţeiul insulei Pesceanîi în prezenţa zeolitului NaX la diferite temperaturi şi debite de alimentare cu materie primă.

Cercetările s-au efectuat în scopul obţinerii olefinelor micromoleculare.

Gazele s-au analizat cu metoda cromatografică.

S-a stabilit un regim optim pentru obţinerea unui randament maxim în hidrocarburi gazoase nesaturate.

Beglearov, V. G., Guseinova, T. F. **Cu privire la o metodă de optimizare a regimului de funcţionare a motoarelor electrice de acţionare a unităţilor de pompare.** În : Za tehniceskii progress, **10**, nr. 5, mai 1970, p. 15.

În lucrare se descrie modelul matematic posibil pentru optimizarea regimului de funcţionare a instalaţiilor de pompare de adîncime. Drept criteriu de optimizare s-a adoptat regimul, care permite obţinerea unui minim al speranţei matematice a costului total al pierderii de energie în reţeaua de distribuţie şi de debit de ţiţei legate de variaţia tensiunii în punctele de încărcare, pierderi produse în cadrul unui interval de timp suficient de mare, dar cu determinarea lor în intervale de timp mult mai scurte (0, T).

În articol se examinează problema alegerii lungimii intervalelor de timp (0, T). Drept funcţii indicatoare servesc curbele de variaţie a curenţilor reactivi ai motoarelor sincrone de acţionare a unităţilor separate de pompare în cadrul perioadei unei curse. Se descrie modul de calcul al funcţiei calitative.

* * * **Epurarea gazelor de eşapament ale motoarelor auto.** În : Oil and Gas J. **68**, nr. 10, mart. 1970, p. 83.

La o şedinţă a societăţii inginerilor specialişti în automobile (SAE) din Detroit, cercetătorii Daniel A Wayne şi Schwing, R. C. de la General Motors" au pregătit rapoarte cu privire la lucrările efectuate în scopul epurării gazelor de eşapament ale autovehiculelor. S-a cercetat influenţa factorilor variabili ai motoarelor cu ardere internă (viteză , raţia de compresiune, raţia aer/combustibil, reglajul carburatorului şi al aprinderii) asupra cantităţii de hidrocarburi nearse din gazele evacuate. Pentru experienţele practice s-a folosit un model experimental, constituit dintr-un motor cu un singur cilindru, alimentat cu propan, ale cărui gaze de ardere erau trecute printr-un reactor montat la sistemul de evacuare.

Volumul reactorului, construit din oţel inoxidabil cu o izolaţie adecvată, este de cîteva ori mai mare decît volumul colectoarelor de gaze obişnuite. Gazele, ieşite prin supapa de evacuare, se amestecă cu aer şi ard din nou în reactorul izolat, a cărui temperatură de oxidare reduce considerabil emisiunile de hidrocarburi nearse şi de oxid de carbon. Aceste încercări au arătat că schimbările factorilor variabili menţionaţi au ca urmare o schimbare a cantităţii de hidrocarburi nearse din gazele de eşapament. S-a constatat, de asemenea, că 96 % din combustibilul intrat în camera de combustie a motorului arde pe măsură ce frontul flăcării înaintează.

Din combustibilul rămas, o treime se oxidează în cameră după propagarea flăcării şi înainte de deschiderea supapei de evacuare, iar o treime rămîne în cameră şi arde în timpul ciclului următor. O mică parte din combustibilul rămas se oxidează în sistemul de evacuare aşa încît cantitatea de hidrocarburi nearse din gazele evacuate, nu reprezintă mai mult de cîteva sute de părţi la un milion (p. p. m.).

Aproximativ jumătate din hidrocarburile nearse rezultă din răcirea rapidă a flăcării la pereţii relativ mai reci ai camerii de ardere, iar cealaltă jumătate este atribuită crăpăturilor în pereţii camerei. Aceste crăpături ocupă o mică suprafaţă circulară situată după segmenţii pistonului şi separată de partea deschisă a camerei prin mici canale de trecere care blochează propagarea flăcării şi împiedică astfel arderea completă. Aceşti doi factori au o importanţă deosebită în problema studiată. S-au cercetat apoi relaţiile dintre cantităţile iniţiale de oxid de carbon, hidrocarburi, aer, temperatura, de evacuare şi intensitatea reacţiilor din reactorul modelului experimental. S-a constatat că iniţierea acestor reacţii este mai dificilă decît întreţinerea lor şi că performanţa reactorului depinde mai mult de cantitatea de oxid de carbon şi de hidrogen decît de hidrocarburile prezente. Viteza reacţiilor şi bilanţul termic determină, în final, performanţa reactorului. Concluziile acestor cercetări vor permite o mai bună cunoaştere a efectelor funcţionării motoarelor asupra emisiilor de hidrocarburi.

* * * **Un nou procedeu de hidrodesulfurare** În : Oil and Gas Intern. **10**, nr. 5, mai 1970, p. 76.

Societatea Gulf Oil a elaborat un nou procedeu de hidrodesulfurare reziduală (HDS), care scade conţinutul în sulf al combustibililor grei pînă la 1%, reducînd astfel emisiunile

de oxizi de sulf în atmosferă. Prima instalaţie industrială care aplică acest procedeu a fost construită la rafinăria Mizus chima din Japonia, pentru capacitatea de 27 000 barile/zi şi prelucrează reziduuri din Kuwait, cu 4 % sulf.

Noutatea principală a procedeului este catalizatorul utilizat, care oferă o mare rezistenţă la dezactivarea cauzată de impurităţile metalice. Încercările în instalaţia-pilot, efectuate cu noul catalizator, au arătat că el poate tolera pe suprafaţa sa un depozit de impurităţi de vanadiu şi nichel evaluat la 65 % din greutatea catalizatorului, fără ca acesta să piardă în mod apreciabil, eficienţa în procesul de desulfurare.

Instalaţia industrială prevede, de asemenea, eliminarea pulberilor de oxizi de fier, produse de coroziuni, care sînt în suspensie în materia primă. În aceste condiţii, catalizatorul are o durată lungă de funcţionare şi poate fi uşor regenerat. Înlocuirea sa totală nu este costisitoare. Instalaţia se compune din două linii de prelucrare care pot opera împreună sau independent, în condiţii diferite. Aceste condiţii pot fi reglate în funcţie de severitatea procesului pentru a se obţine produse finale cu un anumit conţinut de sulf. Temperaturile pot varia între 343 şi 455°C, presiunile între 35 şi 200 at, viteza volumetrică între 0,3 şi 3,0, iar cantitatea de hidrogen între 60 şi 300 m ^{3}/baril.

Schimbarea acestor parametri, precum şi a volumului sau a calităţii materialului de prelucrare, se realizează fără dificultăţi, confirmîndu-se astfel flexibilitatea instalaţiei. Randamentele de produse obţinute la prelucrarea unui combustibil greu din Kuwait, sînt următoarele :

Gaze C_1 — C_4 : 0,60 % ; C_5 — 190°C : 1,40 % ; 190 — 343°C : 3,40 %.

Combustibil desulfurat : 96,30 % ; H_2S : 3,10 %.

Benzina grea constituie, după o tratare prealabilă, o materie primă convenabilă pentru reformarea catalitică, deoarece conţine 48 % naftene şi aromatice.

Combustibilul greu desulfurat conţine 1 % sulf şi 5 % în greutate cocs. Cantitatea mică de cocs, 7 %, depusă pe suprafaţa catalizatorului, indică nivelul redus al reacţiilor de cocsare, şi activitatea superioară de hidrogenare a catalizatorului. Costul în Japonia al unei instalaţii HDS care prelucrează 40 000 barile/zi combustibil rezidual de la distilarea atmosferică (Kuwait), pentru a se obţine un produs cu 1 % sulf, este evaluat la 21 mil. dolari

Instalaţia include două unităţi pentru producerea hidrogenului şi sulfului elementar, precum şi unităţi anexe.

* * * **Rafinăria societăţii mobil oil de la Wörth.** În : Pétrole informations, **150**, nr. 1 apr. 1970, p. 31.

În cadrul complexului de rafinaj de la Karlsruhe, societatea Mobil Oil pune în funcţiune noua sa rafinărie de la Wörth, cu o capacitate de 3,5 mil. t/an, care va fi a 4-a rafinărie a acestei societăţi în R. F. a Germaniei. Planul rafinăriei prevede posibilitatea măririi capacităţii sale de prelucrare în viitor. Construcţia acoperă o suprafaţă de 120 ha, pe marginea stîngă a Rinului. Ţiţeiul este desalinat prin metoda electrică şi supus distilării primare în instalaţii atmosferice şi sub vid. Produsele uşoare sînt trimise la o unitate de desulfurare catalitică a benzinei (1,2 mil. t/an) care alimentează instalaţia de platformare (0,6 mil. t/an) şi furnizează două fracţiuni pentru combustibilul de reactoare. Fracţiunile de vîrf ale acestor unităţi trec în instalaţia de fracţionare a benzinelor, unde hidrocarburile uşoare sînt separate. Într-o altă coloană are loc separarea *n*-pentanului de *i*-pentan, care servesc la prepararea benzinelor de amestec. Petrolul lampant şi motorina sînt supuse desulfurării catalitice într-o unitate C H D de 900 000 t/an. O motorină grea, obţinută din a 3-a fracţiune a coloanei de distilare atmosferică şi din coloana de distilare în vid, constituie materia primă pentru instalaţia de cracare catalitică, a cărei capacitate va fi de 700 000 t/an. Produsele cracate sînt separate în unităţile din aval, în benzina de cracare grea şi uşoară, motorină şi o fracţiune pentru uleiuri, care este tratată pentru eliminarea compuşilor cu sulf. Hidrogenul sulfurat din gazele obţinute în diferitele instalaţii este eliminat cu amine, după care gazele epurate sînt trimise în conducta de consum a rafinăriei, iar sulful este recuperat într-o unitate Claus (25 t/zi).

Rafinăria produce : 5 % gaze ; 3 % GPL ; 22 % benzine ; 8 % combustibil pentru reactoare ; 32 % distilate medii ; 29 % combustibil greu ; 1 % sulf elementar şi pierderi.

Rafinăria are o sală de control central, iar sistemul de automatizare este comandat de două calculatoare Siemens 304/305. Capacitatea totală de depozitare este de 394 000 m^3. Rafinăria cuprinde şi instalaţiile necesare pentru tratarea apelor reziduale şi antipoluarea aerului.

* * * **Capacitatea conductelor de petrol din sudul Europei va fi triplată.** În : Petroleum Press Service, **XXXVII**, nr. 5, 1970, p. 166.

După numai trei ani de stagnare, lucrările pentru mărirea considerabilă a instalaţiilor de transport petrol între porturile Mediteranei şi regiunea de consum din centrul Franţei, sudul Republicii Federale a Germaniei şi Elveţiei vor începe din nou. Conductele care transportă în prezent ţiţeiul din porturile Mediteranei au o capacitate combinată de circa 67 mil. t/an, capacitate insuficientă, începînd cu anul 1972. Se estimează că, la sfîrşitul acestui deceniu, consumul de ţiţei în regiunile deservite de aceste conducte se va dubla.

Neţinînd seama de cîteva ramuri de lungime redusă, reţeaua este constituită din următoarele patru conducte principale :

— conducta sud-europeană între Fos (Marsilia) şi Karlsruhe, de 72 km lungime, 34″ diametru, cu o capacitate de 34,4 mil. t/an, terminată în anul 1962 ;

— conducta din Centrul Europei, care leagă Genua cu Aigle (terminată în anul 1963) şi Ingoldstadt (terminată în 1966), de 93 km lungime, 12 — 26″ diametru, cu o capacitate de 8 mil. t/an ;

— conducta transalpină, care leagă Trieste cu Ingoldstadt, terminată în anul 1967, de 460 km lungime, 40″ diametru, cu o capacitate de 25 mil. t/an ;

— conducta Rin-Dunăre, terminată în anul 1963, între Karlsruhe şi Ingoldstadt, o prelungire a conductei sud-europene, dar transformată mai tîrziu ca o porţiune a conductei transalpine, de 294 km lungime, 26″ diametru şi cu o capacitate de 12 mil. t/an, folosită în prezent în direcţia Ingoldstadt-Karlsruhe.

În afară de acestea, conducta Adria-Viena, între Würmlach şi Schwechat (lîngă Viena), va fi terminată în curînd, ca o prelungire importantă în Austria a conductei transalpine ; ea va fi de 432 km lungime, 18″ diametru şi va avea o capacitate iniţială de 6 mil. t/an, care va fi mărită la 10 mil. t/an. Principala expansiune necesară în prezent va avea loc în reţeaua sud-europeană, a cărei capacitate va fi sporită la 90 mil. t/an. Consorţiul care deţine această conductă subliniază că este metoda cea mai economică pentru soluţionarea acestei probleme. Un efect indirect va fi şi dezvoltarea portului Fos, care ar putea fi amenajat pentru primirea tancurilor uriaşe de 1 000 000 tdw (în prezent poate primi tancuri de 250 000 tdw).

Proiectul de expansiune a conductei sud-europene prevede pozarea a două conducte, paralele cu cea existentă. Una dintre ele, de 26″ diametru, care urmează să fie terminată în anul viitor, va urmări conducta existentă între Fos şi regiunea Lion, unde se pare că se proiectează construirea unei alte mari rafinării. Cea de-a doua conductă va lega direct Fos cu Karlsruhe şi va avea un diametru de 40 (100 cm), ca marea conductă transalpină. Această conductă va fi pozată, de asemenea, în cursul anului viitor pînă la Lion şi va fi prelungită în anul 1972, pînă la Strassbourg, apoi pînă la Karlsruhe. Capacitatea combinată a celor trei conducte va fi în anul 1975 de 75 mil. t/an ; prin instalarea unor staţii suplimentare, capacitatea va fi mărită şi mai mult în viitor.

Există, de asemenea, proiecte care prevăd o considerabilă expansiune a conductei transalpine şi a celei dintre Rin şi Dunăre ; nu însă şi pentru cea din centrul Europei. Consorţiul care deţine cele două conducte a decis un program de investiţii de 18 mil. dolari, care comportă construcţia a cinci staţii de pompare suplimentare, instalarea de noi pompe în staţiile de pompare existente, precum şi construirea de noi depozite pentru 1,5 mil. t ţiţei în portul Trieste.

Toate aceste instalaţii urmează să fie terminate pînă la sfîrşitul anului viitor. Capacitatea finală a conductei transalpine, după instalarea numărului optim de instalaţii de pompare, va fi de 54 mil. t/an (cea actuală este de 25 mil. t/an). Conducta Rin-Dunăre va atinge anul viitor capacitatea maximă de 18 mil. t/an, cu 6 mil. t/an mai mult decît în prezent.

Capacitatea totală a celor trei conducte va fi mărită de la 67 la 125 mil. t/an și, datorită capacității mărite a expansiunii conductei Rin-Dunăre, ansamblul rețelei va avea mai multă suplețe. Se prevede că noua capacitate va fi suficientă pînă la începutul anului 1980.

* * * **Rezervele Americii de Nord în anul 1969.** În : Petroleum Press Service, **XXXVII**, nr. 5, 1970, p. 182.

Cifrele care reprezintă rezervele certe de petrol și de gaze naturale ale S. U. A. reflectă tendința cunoscută, și anume : rezervele Statelor Unite ale Americii continuă să scadă în ritm accelerat, pe cînd rezervele Canadei cresc.

American Petroleum Institute face cunoscut că rezervele de țiței ale S. U. A. au scăzut în cursul anului trecut cu un miliard de barile, ajungînd la 29,6 miliarde barile, ceea ce reprezintă o scădere de 3,5% față de 2,1 și 0,2% în anii 1968 și 1967 și arată, că raportul rezerve/producție este în prezent redus la 9,3 ani. Rezervele de hidrocarburi lichide, care conțin gaze naturale, au scăzut cu 5,3%, ajungînd la 8 miliarde barile. American Gas Association semnalează că rezervele de gaze naturale au scăzut, de asemenea, cu 4,3%, ajungînd la 275 mil picioare cubice.

Această scădere generală este atribuită, atît nivelului mai scăzut de forare din ultimii ani, cît și măririi producției pentru a se satisface cererea în continuă creștere a consumatorilor americani.

Totuși, aceste cifre nu cuprind estimarea rezervelor din North Slople — Alaska, unde concurența este atît de mare, încît publicarea datelor tehnice și economice ale acestei regiuni nu este posibilă.

De asemenea, raportul API-ului conține informații suplimentare asupra rezervelor de petrol ale Statelor Unite. Rezervele suplimentare indicate la sfîrșitul anului 1969 sînt estimate la 6,6 miliarde barile, față de 7 miliarde barile în anul 1968.

În același timp, Canadian Petroleum Association semnalează că rezervele de țiței au crescut cu aproape 3% anul trecut, atingînd 8,6 miliarde barile, în timp ce hidrocarburile ce conțin gaze naturale au crescut cu 16%, ajungînd la 1,9 miliarde barile. Rezervele de gaze naturale au crescut cu 9%, atingînd 51,9 miliarde picioare cubice.

Raportul rezerve/producție de țiței al Canadei este de 21,9 ani, puțin inferior totuși celui din anul precedent. Canadian Petroleum Association estimează că o cantitate de 6,3 miliarde barile de țiței ar putea fi recuperată din nisipurile bituminoase din Athabaska, la Fort Mc Murray.

* * * **Dezvoltarea industriei petroliere a Belgiei.** În : Petroleum Press Service, **XXXVII**, nr. 5, 1970, p. 160.

Industria petrolieră belgiană și ramificațiile ei chimice sînt în plină dezvoltare. Pentru alimentarea acestei industrii se va construi o conductă pentru țiței între Rotterdam — Europort și Anvers.

Construirea acestei conducte va costa 1,2 miliarde franci belgieni și va intra în funcțiune în cursul primului trimestru al anului 1971, capacitatea ei inițială va fi de circa 20 mil. t/an, putînd ajunge în final la 39 mil. t.

Această conductă va permite dezvoltarea industriei de rafinare și a industriei chimice. Capacitatea anuală de rafinare, care a crescut de la 16,6 mil. t în anul 1965 la 32,8 mil. t în anul 1969, va spori cu încă 5,5 mil. în cursul anului 1971, cînd noua rafinărie de la Feluuy a Societății Chevron va intra în funcțiune. La sfîrșitul anului trecut, la Gand a fost inaugurat noul centru de rafinare și de produse chimice al Societății Texaco. Rafinăria de la Gand, cu o capacitate de 6 mil. t/an, va fi legată de portul Zeebrugge printr-o conductă de 50 km lungime.

În prezent, Belgia are opt rafinării, dintre care șase se găsesc în zona orașului Anvers.

Industria petrolieră belgiană s-a orientat, în principal, spre crearea unei importante industrii de rafinare, cu o industrie chimică asociată, nu numai pentru a satisface nevoile ridicate de consum, datorite unei industrializări și mecanizări avansate, ci și în vederea exportului. Consumul interior de produse petroliere a crescut de la 12,9 mil. t în anul 1965 la 19 mil. t în anul 1969.

Folosirea gazelor naturale importate din Olanda a crescut de la 1 329 mil. m^3 în anul 1968 la 2 305 mil. m^3 în anul 1969. Pentru anul 1975 se prevede un import de gaze naturale din Olanda de 6,6 mil. m^3, din care o treime va fi folosită în industrie.

Exportul de produse petroliere a crescut de la 4,9 mil. t în anul 1965 la 7,7 mil. t în anul 1968, principalii cumpărători fiind Republica Federală a Germaniei, Olanda, Marea Britanie, Elveția și Luxemburg.

Ținînd seamă de capitalurile investite, sectoarele chimic și petrochimic sînt industriile cele mai importante ale țării. După datele Institutului Național de Statistică, indicele de producție pentru industria chimică a crescut de la 114,4 în anul 1965 la 154 în anul 1969.

Industria petrochimică a luat ființă în 1951, cînd a intrat în funcțiune uzina „Petrochim" la Anvers, în jurul căreia s-au construit majoritatea uzinelor petrochimice.

În viitor, se prevede construirea unui mare complex petrochimic la Feluy, care va costa 5 miliarde franci belgieni.

SCURTE ȘTIRI

Construcția unei conducte „calde" în U. R. S. S., între Uzen și Kuibîșev

În vestul Kazahstanului, la sud de Mangîșlak, în schelele Uzen și Zetibai, se exploatează zăcăminte suprapuse de țiței, care au un conținut ridicat de parafină și care congelează la + 30... +33°C.

Pentru a menține producția acestor schele la 15—20 mil. t/an, se construiește o conductă caldă cu diametrul de 1 020 mm între Uzen și Kuibîșev, trecînd prin Gurev, care este prevăzută cu încălzitoare speciale, la distanță de cîțiva kilometri unul de altul, pentru menținerea temperaturii la 70° C. Partea de sud a conductei între Uzev și Gurev, în lungime de 700 km, a și fost pusă în funcțiune, iar porțiunea nordică dintre Gurev și Kuibîșev va fi terminată în cursul anului 1970. Lungimea totală a conductei va fi de 1 500 km.

Prognoze pentru cercetări în domeniul țițeiului în regiunile arctice din U.R.S.S.

După părerea specialiștilor sovietici în probleme de petrol, se consideră că în următorii zece ani este posibil să înceapă experimental exploatarea țițeiului și a gazelor în Oceanul Înghețat de Nord. Perspective importante de țiței și gaze se prevăd în Marea Barenț, Marea Kara, Marea Laptev. Alte argumente care vin să sprijine prognozele optimiste privind cantitatea de țiței și de gaze din Oceanul Înghețat de Nord, le constituie descoperirea zăcămintelor bogate de gaze de la Urenga (circa 3 000 miliarde Nm³ rezerve estimate), a zăcămintelor de șisturi bituminoase de la vărsarea fluviului Olenioc, estimate la 3 miliarde t, indicațiile asupra existenței țițeiului în Sitzbergen și în insulele din Noua Siberie.

Tehnica forajului în ținuturile arctice este legată de numeroase dificultăți. În perioada scurtei veri polare va trebui să se foreze complet sondele (cu instalații de pe vase) pînă la adîncimea finală și să se pună în producție cu ajutorul unor instalații autonome subterane, țițeiul urmînd să fie colectat în rezervoare uriașe montate pe fundul mării sau să fie dirijat prin conducte la parcurile amenajate pe uscat. Transportul țițeiului va trebui să se facă cu petroliere special construite pentru curse în condițiile de climă a mărilor polare. Este posibil ca într-un viitor îndepărtat, transportul țițeiului să se facă cu petroliere submarine, circulînd pe sub acoperișul de ghiață.

În viitor, exploatarea țițeiului și a gazelor în U. R. S. S., în zonele arctice, va fi determinată de eficiența economică a investițiilor respective. În această privință, perspectivele sînt optimiste, deoarece experința acumulată la lucrările de explorare și exploatare pentru țiței și gaze în mările polare din Canada și Alaska au justificat economicitatea acestor investiții.

R. P. Ungară exportă laboratoare în U.R.S.S.

Societatea maghiară pentru comerțul exterior al instrumentelor METRIMPEX a semnat un contract cu Societatea sovietică pentru comerțul exterior Mashpri-borintorg prin care R. P. Ungară va exporta în acest an 18 laboratoare petroliere în U.R.S.S.

Valoarea contractului se urcă la 280 000 ruble. Laboratoarele permit să se determine compoziția și caracteristicile tuturor sorturilor de uleiuri lubrifiante, benzine, petroluri si bitumine, ca: impurități, conținut de apă, punct de inflamare și congelare, viscozitate etc.

Primul supertanc petrolier cu fund dublu a fost livrat

Supertancul denumit „MOBIL PEGASUS" cu un tonaj de 211 666 tdw a fost livrat societății Mobil Oil. El va transporta țiței din Orientul Mijlociu în Japonia sau Europa de vest.

Consumul de produse petroliere în R.F. a Germaniei va ajunge la 185 mil. t în anul 1980

După calcule recente, se estimează, că, în perioada 1970—1980, consumul de produse petroliere în R. F. a Germaniei va fi în continuă creștere, ajungînd la 119 mil. t în anul 1970, apoi la 155 mil. t în 1975 și la 185 mil. t la nivelul anului 1980. Ponderea creșterii revine fracțiunilor ușoare de combutibil, care la nivelul anilor 1970—1975—1980 vor fi de 43 mil. t, 56 mil. t, respectiv 65 mil. t.

Față de consumul din anul 1969, la toate produsele petroliere creșterea în 1980 va reprezenta circa 76 mil. t. Corespunzător consumului de 65 mil. t, în anul 1980, la fracțiunile ușoare de combustibil creșterea, în comparație cu anul 1969, va fi de 26 mil. t. Pentru aceiași ani de comparație, consumul de combustibil greu crește cu 15,5 mil. t ajungînd la 38,5 mil. t în anul 1980; la benzina de motoare creșterea va fi de 8,4 mil. t, atingînd 22,5 mil. t în anul 1980, iar la benzina brută pentru industria petrochimică, 4,3 mil. t față de 8,1 mil. t nivelul anului 1980.

Acordarea contractului pentru construcția conductei de țiței Trans-Panama

IMEG și Stahlunion-Export Thyssen au semnat o convenție cu guvernul statului Panama pentru construcția unei conducte de țiței Trans- Panama, împreună cu instalațiile de la stațiile terminale și cu instalațiile anexe, costul lucrării fiind evaluat la 80 mil. $. Conducta va fi pusă la dispoziția producătorilor de țiței din Alaska și de pe coasta de vest a Americii, pentru alimentarea mai economică a rafinăriilor situate în zona vestică a țării.

Proiectul conductei de țiței Canada — Alaska

Un grup de societăți petroliere canadiene au finanțat un program de cercetări care a redus cu cel puțin pentru doi ani posibilitatea construcției conductei de țiței din Alaska și regiunile arctice canadiene spre regiunea Midwest din S. U. A. și Canada de est. Societatea Canadian Bechtel, care a contractat construcția unui tronson experimental în valoare de 3 mil. $ în regiunea Inuvek din teritoriile de NW, a comunicat concluziile sale că o conductă cu diametrul de 40 in, în lungime de 2 720 km, între golful Prudhoe și Edmonton, ar putea fi realizată la costul de 2 200 mil. $.

Noi tancuri petroliere

Societatea Gulf Oil are în prezent în funcțiune șase tancuri petroliere de către 326 000 tdw care fac curse între Kuweit și Bantry — Bay (Irlanda), fiecare transportînd 368 000 m³ țiței la fiecare cursă. Se realizează astfel o economie importantă care compensează efectul scăderii prețurilor. Aceste tancuri suportă fără dificultăți intemperiile pe ape și sînt ușor manevrabile, atît în largul oceanului, cît și în porturi. Societatea Gulf a comandat șantierelor din Spania încă cinci tancuri petroliere de aceeași mărime. O ideie nouă în transportul pe apă o constituie utilizarea unui remorcher puternic care se poate fixa la pupa special construită a unui șlep gigant. La sosirea în portul de destinație remorcherul se desprinde de șlepul transportat — care rămîne la descărcare — și se fixează la pupa unui șlep similar, pregătit pentru plecare. Primul șlep-tanc petrolier va avea lungimea de 162 m și lățimea de 27 m și va transporta 45 000 m³ produse.

Remorcherul de 11 000 CP va fi cel mai puternic ce s-a construit în S.U.A. El va avea două motoare Diesel, de tip Mirrless.

O revoluție tehnică în transportul gazelor naturale

În cursul tratativelor dintre URSS și R. F. a Germaniei cu privire la livrările de gaze naturale din Siberia — care necesită investiții enorme de capital pentru conductele de transport — s-a luat în discuție și proiectul unui nou sistem de transport, care face obiectul unui brevet german. Acest proiect se bazează pe densitatea mică a gazelor în raport cu aerul și pe procedeele moderne de fabricare a materialelor plastice cu inserții de fibre sinte-

tice de mare rezistență. În aceste condiții, este posibil să se construiască containere din material plastic semirigide și etanșate la cald, de cîteva sute de metri lungime și cîțiva kilometri lățime, care — umplute cu mai multe milioane de metri cubi de gaze și echipate cu un sistem adecvat de propulsiune — să transporte încărcătura la distanțe mari, pe toată suprafața globului. Containerele se vor deplasa în atmosfera inferioară cu viteza de 110—150 km/oră, care este de șapte ori mai mare decît viteza de circulație a gazelor în conducte. Pericolul de incendiu sau de explozie nu există, practic, în stadiul actual al cunoștințelor tehnice. Avantajele oferite de acest sistem de transport sînt următoarele: 1. Economisirea unor cheltuieli enorme pentru construirea și întreținerea conductelor de gaze și a navelor metaniere speciale pentru transportul acestora în stare lichidă, la —160°C. 2. Transportul flexibil de la punctul de încărcare la cel de distribuție, independent de condițiile geografice, pe uscat sau pe apă, și de situația generală. 3. Reducerea investiției și a costului de transport cu 80% în comparație cu transportul pe conducte. 4. Independența față de influențele politice, datorită posibilității de schimbare a regiunilor de producție și aprovizionare. Pe lîngă acestea, containerul va putea transporta contra cost, o dată cu gazele naturale, și pasageri și mărfuri, în greutate de peste 1 000 t. La întoarcerea sa la p unctul de alimentare, containerul va putea fi umplut cu aer cald sau cu vapori de apă.

Se confirmă că o mare societate americană de petrol se interesează să transporte gazele din Alaska prin acest nou sistem.

Reducerea pericolului de incendiu cu mingi din material plastic

Un strat format din 4 mingi „Allplas" de ∅ 20 mm confecționate din material plastic, care plutesc pe suprafața unui lichid inflamabil, miscibil, cu apa, cum este metanolul depozitat în rezervor, poate micșora riscurile aprinderii lichidului.

De asemenea, este posibil să se stingă un lichid incendiat prin răspîndirea pe suprafața sa a unui strat de mingi. Acest procedeu, elaborat de firma elvețiană „Allplas", este utilizat în unele industrii pentru acoperirea lichidelor în scopul de a reduce pînă la 70% pierderile de căldură care au loc în rezervoarele deschise de tratare la cald; de a micșora pînă la 90% evaporarea și degajările de gaze; de a împiedica înghețul sau pătrunderea oxigenului din aer. Mingiile din material plastic au și alte aplicații ca strat izolator.

Rezervele mondiale de țiței

După statistica publicată de grupul BP, rezervele mondiale de țiței au atins 73,2 mrd.t la sfîrșitul anului 1969, față de 62,9 mrd. t. în 1968.

Noile rezerve sînt situate, în special, în Orientul Mijociu (45,4 mrd. t) și în Africa (7,2 mrd. t).

Rezervele țărilor din blocul socialist și din China Populară au ajuns la 8,2 mrd. t, iar cele din Europa Occidentală au scăzut la 300 mil. t de la 400 mil. t în anul trecut. În continentul american, rezervele au scăzut de la 10,4 mrd. t la 10,3 mrd. t. din care 4,8 mrd. t în S. U. A.; 1,4 mrd. t, în Canada; 2,6 mrd. t în Caraibe și 1,7 mrd. în Mexic și America de sud.

Activitatea în marea adriatică

Două din cele cinci platforme de producție proiectate pentru lucrările din Marea Adriatică, Garibaldi A și B, au fost puse în serviciu de grupul ENI în asociație cu Shell. Celelalte platforme Agostino, Cervia și Amalia vor fi instalate în al doilea semestru al anului.

Fiecare platformă permite 12 foraje deviate de producție, ansamblul fiind telecomandat de pe coastă.

Din zăcămintele din Adriatica, ENI produce 1 400 mil m^3/an gaze.

Taxă fiscală pentru plumb tetraetilul utilizat în benzine

Începînd de la 1 iulie 1970, în S.U.A. se va percepe o taxă pentru plumb tetraetilul utilizat ca aditiv în benzinele auto. Această nouă taxă fiscală va mări prețul benzinelor cu 2 și 3 cenți/galon și face parte din măsurile luate de Administrația Nixon pentru reducerea deficitului bugetar al țării. Se prevede că taxa va aduce tezaurului american suma anuală de 1,6 mrd. dolari. De altfel o altă lege recentă interzice utilizarea. acestui aditiv în benzinele auto cu începere din anul 1973, în scopul combaterii poluării aerului. După cum se știe, cel mai bun procedeu actual de producere a benzinei cu cifră octanică superioară, fără utilizarea aditivului cu pumb, este folosirea catalizatorilor de platină. Este un procedeu destul de răspîndit, deși prețul de cost este mai ridicat, ținînd seama că o încărcătură a dispozitivului durează 18 luni și că aceasta poate fi regenerată de 5—6 ori.

Investiții importante în industria petrolieră a Nigeriei

Grupul Shell-British Petroleum va investi în Nigeria suma de 66 mil. £ ceea ce va urca la peste 100 mil.£ sumele investite de acest grup, după reluarea activității în anul 1969. În vestul țării se află în curs de construcție o conductă de țiței al cărei deviz inițial de 8 mil. £ va fi considerabil mărit pentru a incude noile zăcăminte din vestul și nordul țării, precum și mărirea terminalului de la Bonny. La terminalul de la Forcados se vor construi, opt rezervoare a 100 000 t fiecare, iar în regiunea Pocravos, noi schele petrolifere vor fi racordate la conducta magistrală Transforeados, construită recent la costul de 18 mil. £. Cea mai importantă descoperire a grupului Shell — BP în Nigeria este zăcămîntul Jones Crook, a cărui producție va putea atinge 7 mil. t/an și pentru care se construiește o conductă spre terminalul Forcados. Pînă la sfîrșitul anului, vor intra în activitate noua instalații noi de explorare în regiunea Midwest. Producția actuală a grupului Shell—BP depășește 12,5 mil. t/an, mărind cu 30% producția de țiței în ultimele 3 luni de la încetarea războiului civil.

Împreună cu producțiile celorlalte societăți petroliere Gulf și Mobil, producția totală a Nigeriei va urca în mai 1970 la 50 mil. t.

R. F. a Germaniei construiește caverne subterane pentru depozitarea țițeiului

În toamna acestui an, după 18 luni de lucrări, primele din cele zece depozite subterane ce se construiesc în domurile de sare de la Rastringen, lîngă Wilhelmshaven, vor fi umplute cu țiței. Capacitatea totală de depozitare va fi de 2 mil. m^3. Lucrările sînt executate de grupul Nord-West-Kavernengesellschaft (NWKG) constituit din cinci societăți petroliere germane. Aceste depozite sînt situate la 6 km de Wilhelmshaven, la adîncimi de 1 200—1 650 m și vor costa 28 mărci germane/t de țiței depozitat. Ele se construiesc în urma legii care obligă rafinăriile din R. F. a Germaniei să dispună de rezerve de materii prime pentru 65 de zile lucrătoare, luînd ca bază cantitățile prelucrate în anul precedent. Conducta de țiței NWO de la Wilhelmshaven — al cărui traseu se află în apropiere — va avea un debit de 24,5 mil. t/an la sfîrșitul anului 1970, mărind astfel importanța acestor depozite. În ceea ce privește portul Wilhelmshaven, de descărcare a țițeiului, s-au luat măsuri pentru amenajare și adîncire pînă la 22,3 m, în vederea acostării tancurilor petroliere de 250 000 t, începînd din anul 1972. Volumul descărcărilor va fi, de asemenea, mărit la 500 mil. t în 1975.

Ce este nou în forajul adînc

Explorarea adîncă pentru gaze a dus la o serie de perfecționări în forajul adînc, de exemplu:

— Construcția de sape cu dinți inserați, inserțiile avînd profile diferite, lagăre etanșate și de fricțiune, pentru a fora rapid formațiuni dure.

— În găurile adînci obișnuit este o diferență de presiune mare între noroi și fluidele din formațiune.

— Aceasta duce la formarea unei turte de noroi groase și încetinirea forajului. In Mississippi s-a rezolvat această dificultate prin utilizarea de sape cu diamante capabile de a fora și formațiuni moi.

— Motoarele de fund și sape cu diamante au dat rezultate bune în ținutul Pecas din Texas.

— Asamblaje de fund cu contact la perete (lărgitoare, stabilizatoare, prăjini

grele pătrate). Se utilizează pe scară din ce în ce mai mare tije grele pătrate lungi.

— Controlul noroiului pentru a avea minimum de solide, filtrării mici, forajul la subechilibru. Tratamentul se face cu lignosulfonat sau sodă caustică — Quebrachs.

Un sistem nou de înmagazinare a țițeiului este plaformma articulată Elf—Ocean, în prezent în probe în golful Gasconiei. Pe lîngă platformă sistemul cuprinde rezervoare de beton cilindric cu capacități de la 10 000 la 100 000 m^3 ce se așează pe fundul oceanului pe adîncimi de ape pînă la 36,5 m. Rezervoarele vor lucra pe sistemul de deplasare utilizînd apa mării. Pompele și ventilele de control vor fi amplasate pe platformă. Nu este necesar o fundație specială în afară de un fund de mare relativ orizontal.

Soclul continental al Libanului ar putea deveni în curînd centrul unei activități de foraj. Prospecțiunile gravimetrice executate arată structuri geologice favorabile în zonele din Levant, precum și bazine sedimentare, în regiunea Batrun — Tripoli.

O nouă concepție în ansamblarea instalațiilor de foraj. În loc de instalații construite să rămînă complete, firmele de foraj cer instalații avînd agregate de putere, de pompaj și de manevră separate. Astfel se va putea asambla la o anumită sondă instalațiile cele mai potrivite. Agregatele de putere vor fi cu motoare diesel, gaze sau electrice cu alimentarea de la rețea.

S-au început prospecțiuni în regiunea CIAD (Africa). Este probabil ca forajul să înceapă în 3—4 ani.

S-a pus în producție o sondă de gaze în statul Oklahoma, S. U. A. care are o presiune la tubing de 15 100 psi = 1 057 kgf/cm^2. Sonda a fost săpată pînă la adîncimea de 7 453,3 m, și produce din intervalul 6 583, 7— 6 903,7 cu un debit, în liber, de 600 000 Nm^3/zi.

Sînt în încercări de foraj două instalații ce utilizează un tub flexibil în loc de prăjini de foraj. O instalație este construită în Uniunea Sovietică, în colaborare cu Institutul francez al petrolului și este în funcțiune la o sondă unde a atins adîncimea de 2 332 m în luna martie, adîncimea proiectată fiind de 3 350 m.

Manevrele cu această garnitură se fac mult mai ușor deoarece tubul flexixibil este înfășurat pe o tobă. Instrumente montate la partea inferioară a garniturii de foraj transmit continuu starea sapei, circulația, viteza de avansare și alte date. Astfel se realizează uzura optimă a sapei.

O altă instalație a fost realizată în S. U. A. de un grup condus de Continental — Eusca. Ea va săpa într-o perioadă de un an cît mai multe sonde posibil, pînă la adîncimea de 3 000 m.

S-a început proiectarea unei conducte de gaze lungi de 1 400 km, între Siberia de vest și zona europeană a U. R. S. S. Ea va fi legată cu secțiunea construită a sistemului „Aurora Borealâ". Mai tîrziu va fi extinsă din Țările Baltice pînă în Europa de vest, la terminare urmînd să aibă o lungime de aproximativ 3 000 km. Inițial s-a prevăzut ca alimentarea cu gaze să se facă din Bazinul Peciora, însă cum cantitatea de gaze va fi insuficientă, se va face legătura cu enormele șantiere de gaze din vestul Siberiei. Noua conductă va începe de la Nakimma, imediat la sud de Centrul Arctic, pînă la Peciora, cu traversarea Uralilor. Cînd va fi complet în funcțiune, sistemul „Aurora Borealâ" va avea o capacitate anuală de transport de 280 miliarde m^3, cu 50% mai mult decît producția anuală actuală a Uniunii Sovietice.

Conducta va avea un diametru de 2,5 m și compresoarele montate pe conducta vor avea o putere totală de 2 700 000 kW.

Un studiu în World Tanker Review pentru anul 1969 indică faptul că armatorii preferă două dimensiuni de vase - cisternă : unele ce transportă țiței sînt în gama de 200 000—300 000 t, iar altele pentru produse în intervalul 20 000—30 000 t.

Studii făcute în Japonia arată că din considerente economice și de securitate dimensiunea maximă de vas-cisternă ar fi de 370 000 t. Deasupra acestei cifre prețul de cost pe tonă începe să crească.

S-a semnat acordul între Iran și Turcia pentru construcția unei conducte de țiței în lungime de 1700 km și cu un diametru de 42 in, ce lega șantierele de petrol din sudul Iranului cu portul Iskenderum, Marea Mediterană.

În U. R. S. S. sînt în construcție următoarele conducte mari :

— O conductă din Asia Centrală pînă la Centru, ce va lega zăcămintele de gaze din Turkmenistan și Uzbekistan cu Moscova și Leningrad. O derivație va merge la Minsk și în regiunea Baltică. Va avea o lungime de 2 750 km și va fi compusă din trei conducte de 48 in.

— O conductă de 1 160 km, cu diametrul de 40 in, de la Jefremovc a lîngă Harcov, prin Poltava, Kiev și Tarnopol, pînă la Ivano Francoose.

— Conducta de gaze de 48 in, lungă de 190 km, constituind secțiunea sovietică a conductei de gaze din Iran. Va fi gata în anul 1970.

— O conductă de țiței cu încălzire, lungă de 1 400 km, de la Usenj la Kuibîșev, prin Gurjev. Secțiunea de 40in dintre Usenj și Gurjev este în funcțiune. Restul va fi gata pînă în anul 1971.

— O conductă de gaze de 300 km, ce va lega șantierul Mesoiaskoe, din apropierea gurei Ieniseiului, în Siberia de nord, spre est, cu centrul minier Norilsc.

În Anglia s-a descoperit un zăcămînt promițător de gaze naturale în structura Rotliegendes, la o adîncime de circa 3 000 m, la 18 mile în larg de vărsarea rîului Humber. Pentru evaluarea acestui zăcămînt sînt necesare foraje suplimentare.

În Grecia se formează primul puț de explorare la mare adîncime în largul coastei de circa 45 mile sud-est de Salonic.

În Algeria a fost adoptat procedeul de injectare de gaze și apă pentru a mări producția zăcămîntului de la Hassi Messand de la 18 mil, t/an la 40 mil. t/an.

În Nigeria s-au acordat noi concesiuni pentru forarea submarină. Societatea Gulf, care deține un astfel de permis a forat la circa 3 000 m adîncime puțul nr. 1 care, la încercări a furnizat 5 000 barile/zi țiței cu o densitate de 42 °, cu un conținut scăzut de sulf, provenind din trei straturi între 2 700 și 2 900 m. Asociația AGIP Phillips va fora în ultimul trimestru al anului 1970 la nord de Rivers State.

În Australia, raportul anual pentru 1969 al Societății Delhi Australian Petroleum estimează că rezervele potențiale de gaze naturale recuperabile în cinci zăcăminte din zonele dintre Australia meridională și Queensland depășesc 2 700 miliarde picioare cubice, față de 8 600 picioare cubice în zăcămintele din strîmtoarea lui Boss. De asemenea, rezervele de gaze recuperabile de la Gidgealpa, Moomba și Daralingie (Australia meridională) au fost evaluate la 1 700 miliarde picioare cubice, iar rezervele zăcămintelor recent descoperite de la Toolache (Australia meridională) și Roseneath (Queensland) depășesc probabil 1 000 miliarde picioare cubice.

În Argentina, Societatea de Stat argentiniană YPE a forat 81 de puțuri în 1969, dintre care 20 au produse și 176 puțuri de dezvoltare și extensiune, dintre care 114 productive. Cu toate că rezervele dovedite au scăzut de la 320 la 250 mil. $m,^3$ se remarcă faptul că nu s-a ținut seamă de rezervele zăcămintelor descoperite anul trecut în nord-vest, care sînt în curs de evaluare.

În Anglia se va construi un complex pentru lubrifianți la rafinăria de la Llandarcy. Lucrările urmează să fie terminate în 1972 și vor costa 16 mil. lire sterline. Prin construirea acestui complex, capacitatea rafinăriei va fi mărită cu 100 000 t/an.

În Canada s-a semnat un contract în valoare de 130 mil. dolari pentru construirea unei rafinării cu o capacitate de 100 000 barile/zi, la Come-by-Chance în Terra Nova.

În Venezuela, uzina de desulfurare de la Amnay, cu o capacitate de 100 000 barile/zi, a cărui construcție a costat 110 mil. dolari S. U. A., va intra în func-

OROSZLÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

țiune în luna septembrie. Ea va produce combustibil greu, cu un conținut de 1% sulf.

În India sînt în funcțiune nouă rafinării cu o capacitate de rafinare de 19,5 mil. t/an, iar o a zecea rafinărie este în curs de construcție.

La sfîrșitul anului 1969, rețeaua de conducte pentru transportul gazelor naturale a Olandei, totaliza 6 900 km, dintre care 1 700 km conducte principale. Programul de construcții pentru 1970 prevede pozarea a 380 km de conducte dintre care 120 km magistrale.

În Statele Unite ale Americii, o nouă societate, Explorer Pipeline Co a obținut autorizația de a construi o conductă de 12—28", de 1 300 mile lungime, pentru transportul produselor petroliere de pe coasta golfului (Lake, Charles, La și Port-Arthur Tex), în regiunea Chicago. Costul acestei conducte a cărei capacitate inițială de transport este evaluată la 400 000 barile/zi, va costa încă 200 mil. dolari și va intra în funcțiune la începutul anului 1972.

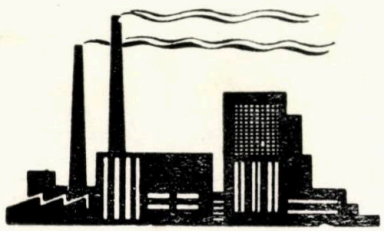
În Nigeria se proiectează construirea a două noi rețele de conducte de petrol. Prima, în construcție în regiunile mlăștinoase din statul Rivers, va face legătura între terenurile petrolifere situate la vest de rîul Bonny, la stațiunea terminală Bonny, iar cea de-a doua va lega regiunea petroliferă a mlaștinilor de pe coasta statului Mid-West, la vest de estuarul Forcados, la portul Forcados. În cursul acestui an, regiunea petrolieră Jones Creek va fi legată prin conducte la rețeaua Trans Forcados, terminată anul trecut.

De asemenea, se proiectează construirea a opt rezervoare de țiței în portul Forcados, cu o capacitate de 100 000 t fiecare.

În Australia, Guvernul Noii Galii de Sud, a trasat itinerariul unei conducte de transportat gaze naturale de la Gipsland la Victoria, Sidney și Newcastle În loc să fie pozată în lungul coastei, conducta va fi pozată în interior, via. Cooma, Queenbeyan, Goulburn, Mamlan, Bowral și Mittagong. Ramificațiile vor atinge Wollogong și Canbera, Wagga, Albury și extensiuni ulterioare vor lega orașele Nowra și Cesswrock la rețea.

Livrările de gaze naturale din Olanda în Republica Federală a Germaniei vor începe în anul 1972, atingînd un volum de circa 1 mil. m^3/zi în 1974, apoi 2,5 mil. m^3, dacă rezervele vor fi suficiente.

În prezent se efectuează studiile preliminare pentru construirea unei conducte de 120 mile lungime pînă la frontieră.



Revista PETROL ȘI GAZE, organ al Ministerului Petrolului și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sector I, telefon 14. 72. 10/130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, telefon 14.72.10/184 Bd. Nicolae Bălcescu, nr. 16. cont 640 301-14, Banca Națională a Republicii Socialiste România, Filiala Sector I, București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8.
Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. nr. 10/50/1968

Lei 8

I. P. I. — c. 5618

14 330

SPN - 48/1/5

PROTAGONIŞTI IN TEHNICĂ

CONDUCTE / MILE ŞI MILE DE DRUMURI NOI DE OŢEL

Inginerii firmei SNAM PROGETTI — protagonişti de frunte ai noilor realităţi — şi-au lăsat amprenta în lumea întreagă prin lucrări fundamentale.
Angajaţii şi ideile firmei SNAM PROGETTI au lansat o tehnică nouă pentru proiecte mari. Cercetările şi planurile realizate de firma SNAM PROGETTI — munca unei noi generaţii de tehnicieni — s-au concretizat în 25 000 kilometri de conducte submarine care transportă petrol, gaze naturale, etilenă, benzină, minerale şi apă oamenilor din cele cinci continente. De la Tierra del Fuego pînă la Buenos Ayres, de la Oceanul Indian pînă la Zambia, în India, în Pakistan, de la Marea Mediterană pînă la centrul Europei, SNAM PROGETTI a deschis drumuri noi pentru progres.

SNAM PROGETTI

DIN GRUPA ENI 20097 SAN DONATO MILANESE (ITALIA)
CONSTRUCŢII TEHNICE, LIVRĂRI DE RAFINĂRII, INSTALAŢII PETROCHIMICE ŞI NUCLEARE, CONDUCTE DE PETROL ŞI GAZE.
CERCETĂRI TEHNICE ŞI ŞTIINŢIFICE.

ТЕХМАШЭКСПОРТ
TECHMASHEXPORT

V/O TECHMASHEXPORT

oferă

PENTRU RAFINĂRII

ȘI CONDUCTELE DE ȚIȚEI

VANE — ROBINETE CU VENTIL — CLAPETE — OALE DE CONDENS

PENTRU DIVERȘI PARAMETRI:

T — pînă la 600°C, P — 16 la 160 kg/cm² din diferite materiale:

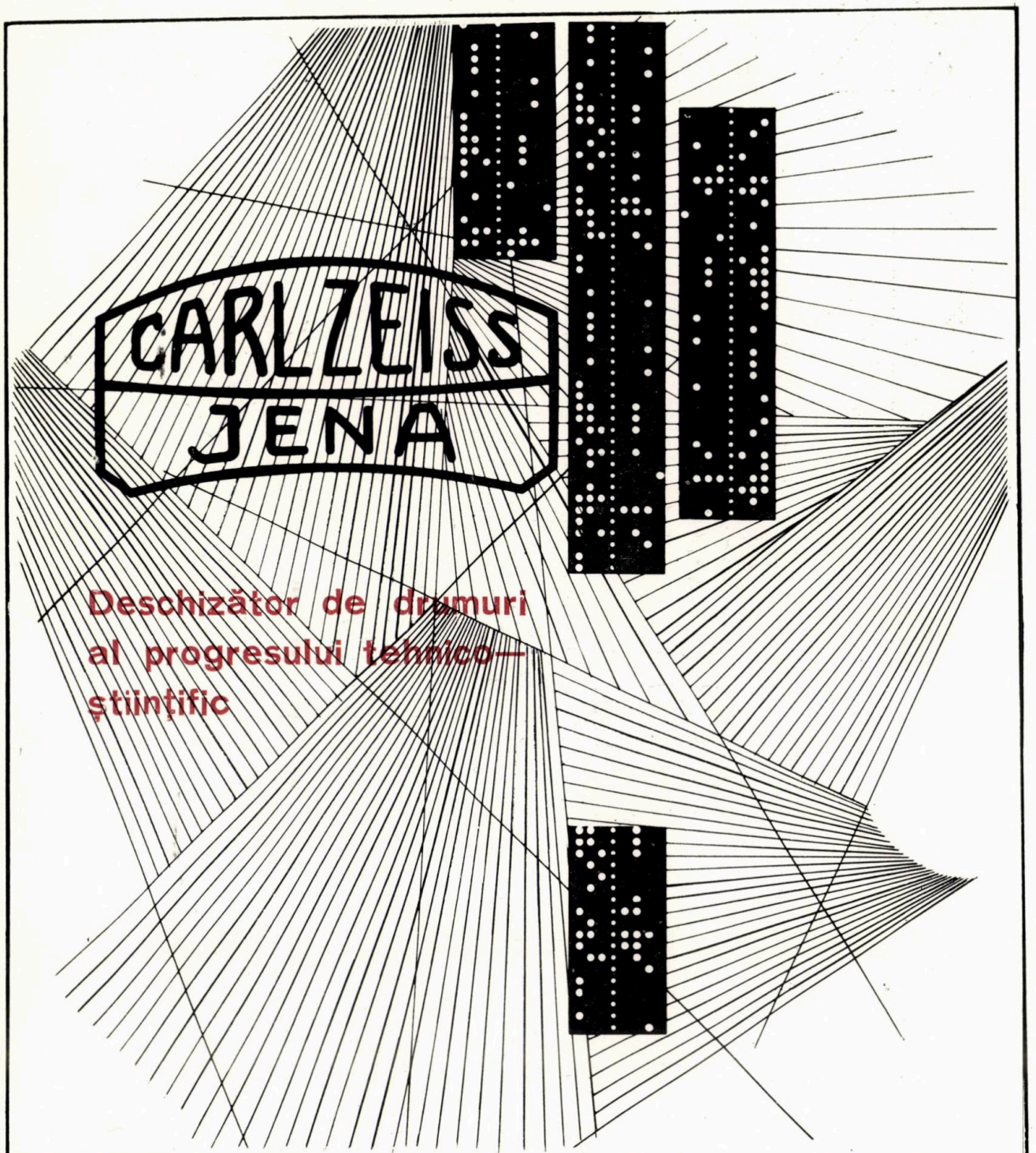
oțeluri carbon, crom-molibden, crom, fontă cenușie, maleabilă,

CALITATE GARANTATĂ

Exportator: V/O TECHMASHEXPORT, 35 str. Mosfilmovskaia
MOSCOVA V — 330 U.R.S.S. Telex — 256

PUBLICOM

MUSZAKI KÖNYVTÁR



VEB Carl Zeiss JENA

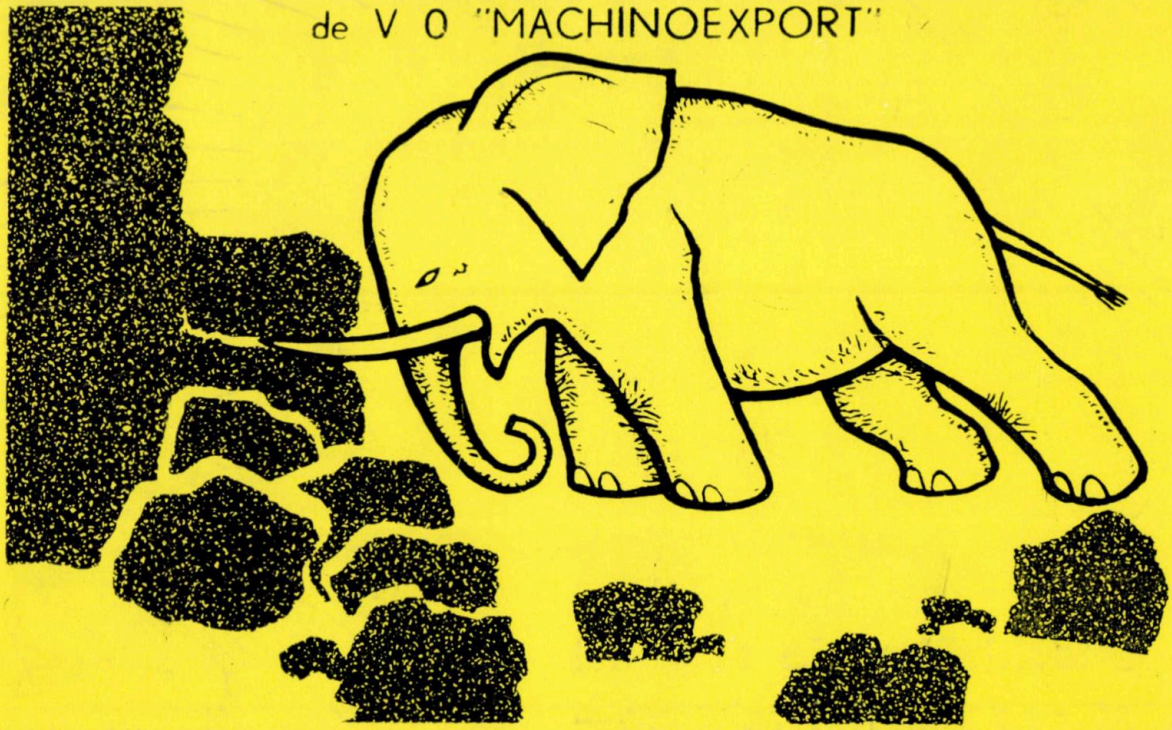
REPUBLICA DEMOCRATĂ GERMANĂ

Produsele firmei pot fi văzute la Tîrgul Internațional — București,
la pavilionul Republicii Democrate Germane, octombrie 1970.

PUBLICOM

1970 OKT 16

Aerul comprimat va pregăti puşcarea cu exploziv
în minele D-voastră,
datorită SONDEZEI ROTOPERCUTANTE BU—70 U livrată
de V O "MACHINOEXPORT"



Cei doi montanţi telescopici asigură o bună fixare a utilajului în galerie.

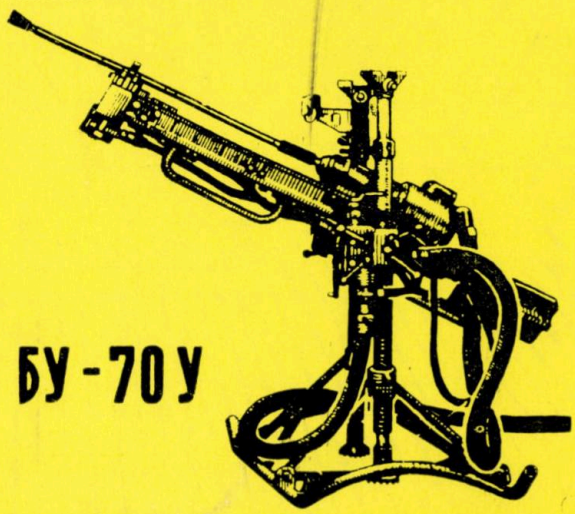
Capătul său puternic permite să se foreze foarte rapid şi sub orice unghi găurile de puşcare în roci şi minereuri cu duritate ridicată.

Viteza de pătrundere variază, în funcţie de duritatea terenului, între 3 şi 12 m/h.

Forajul este însoţit de o injecţie cu apă intensă.

Deservită de un operator, sondeza are următoarele caracteristici:

Diametrul găurii	60—70 mm
Adîncimea găurii	50 m
Presiunea axială pe fund	1 000 kg/cm²
Energia percutorului pneumatic	14 kgm
Debitul de aer comprimat	14 m³/min
Numărul de percuţii/min	2 100
Debitul apei de injecţie	18—35 l/min
Greutatea sondezei	720 kg



БУ-70У

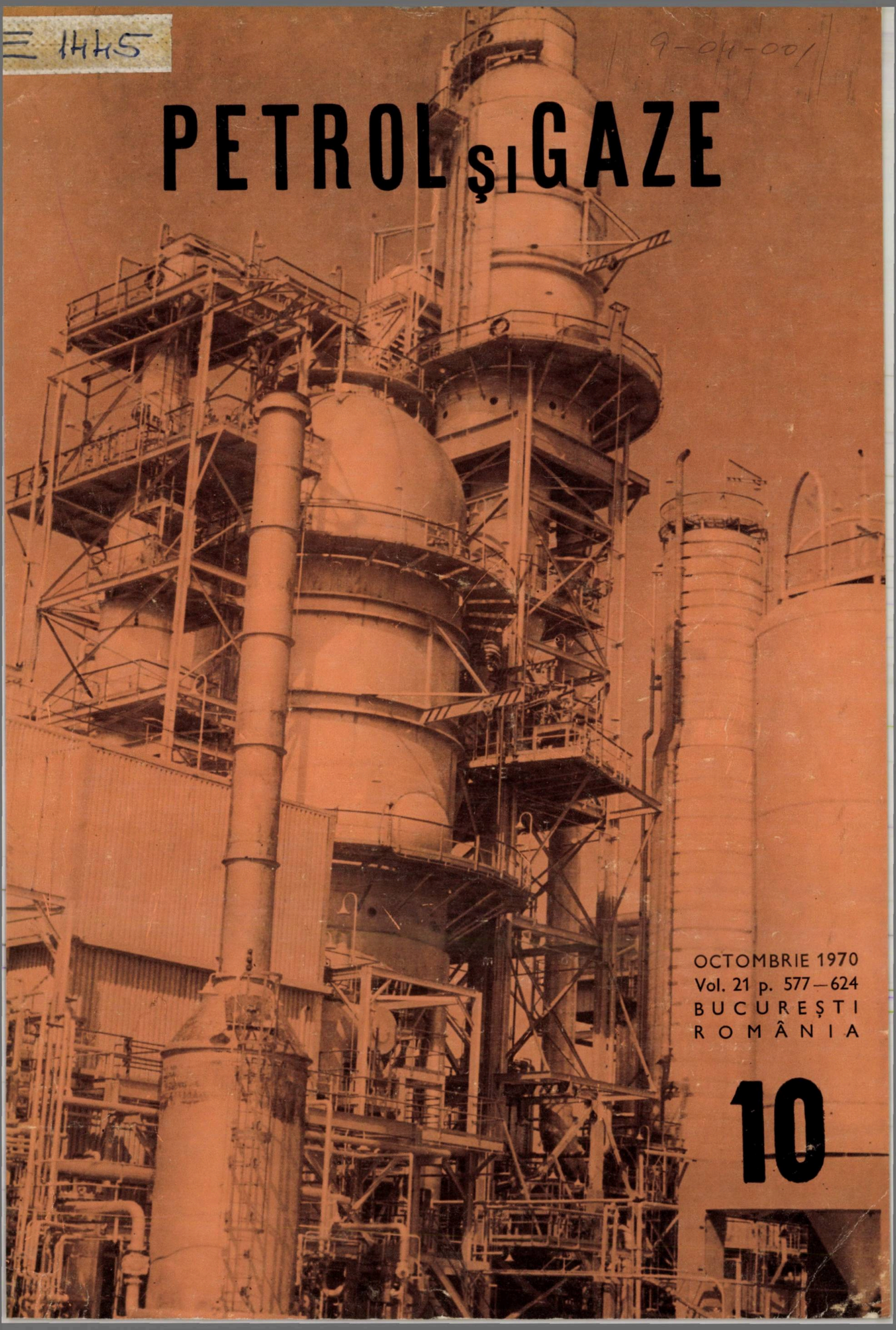
MACHINOEXPORT

EXPORTATOR V/O MACHINOEXPORT
MOSCOVA V — 330. U.R.S.S.
TELEX, 207

E 1445

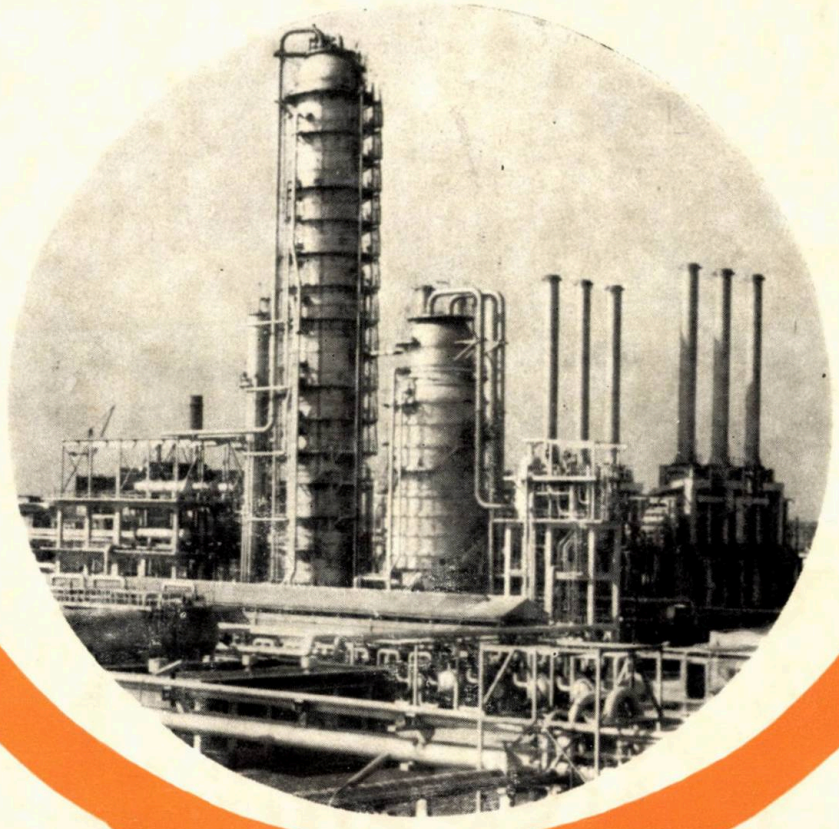
9-04-001

PETROL ŞI GAZE



OCTOMBRIE 1970
Vol. 21 p. 577—624
BUCUREŞTI
ROMÂNIA

10



PETROLEXPORT

BUCHAREST–ROMANIA

20, Gheorghe Gheorghiu-Dej Blvd.

Telephone : 15 . 70 . 17 . Telex: 266

Offers a large assortiment of the following oil-products :

ROMANIAN LUBRICATING OILS—"PECO" REGISTRED TRADE MARK

First class products vastly used for maintenance of engine and industrial installations :

— Engine Oils ; — Textile Oils ; — Transformer Oils ; — Transmissions Oils ; — Turbine Oils — Axle Oils ; — Cylinder Oils.

Irreproachable supplies in bulk or in metal drums of about 220 l.

DARK MARINE DIESEL OIL

Romania's petroleum industry offers special fuels for stable Diesel engines of ships and factories.

These fuels ensures economical operation of the engines owing to their optimum performances — the result of minimum deposits and lack of corrosive componds.

Viscosity limits can be guaranted in a wide range, adapted to the various types of engines.

The Darck Marine Diesel Oil is supplied overland in tank-cars, overseas in tankers from the ports of Constantza and Giurgiu.

PETROLEXPORT

VOL. XXI. Nr. 10
octombrie 1970

PETROL și GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacția: Bd. N. Bălcescu, 16 • Telefon 16.78.78 • BUCUREȘTI • ROMÂNIA

CUPRINS

* * * **Ziua petrolistului** 583—584

V. Negoiță: **Contribuții privind determinarea compoziției mineralogo-petrografice și a porozității rocilor carbonatice (soluție analitică, soluție grafică și program de calculator)** 585—590

I. Banciu: **Studiu privind influența temperaturii asupra filtrației fluidelor de foraj** 591—595

Al. Turtă și H. Dumitrescu: **Mărimea cantității de căldură conținută de fluidele extrase prin sondele de extracție, într-un proces experimental de injecție continuă de abur** 596—601

G. Lazăr: **Obținerea uleiului și a parafinei din petrolatum** 602—605

E. Dacin: **Epurarea biologică a apelor reziduale din rafinării** 606—611

Al. Constantinescu: **Importanța factorilor fizici asupra distrugerilor provocate de coroziunea apelor reziduale sărate din schelele petrolifere** 612—616

RECENZII 617—618

DOCUMENTARE 618—622

SCURTE ȘTIRI 622—623

Fotografia de pe coperta I reprezintă:
Inst. de cracare catalitică — Rafinăria Brazi.

COMITETUL DE REDACȚIE
Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. Gh. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, econ. E. MARES, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., Gh. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUȘCOIU, ing. N. ROȘCA, ing. N. STOIANOV, ing A. ZBEREA, ing. Gh. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ
Redactor
ing. **Aurelia Burieatu**

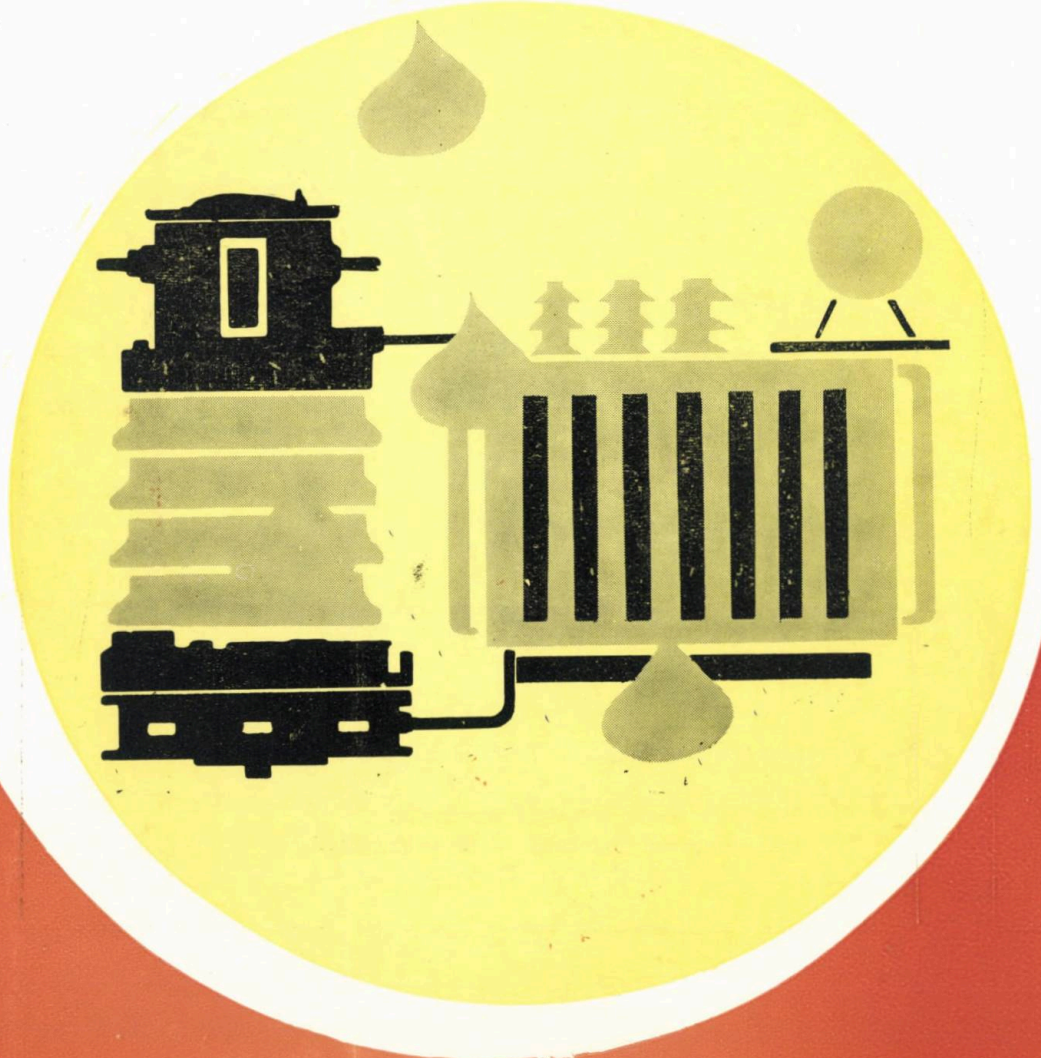
Uleiul pentru transformatori fabricat în România, din ţiţeiuri selecţionate cu procedee moderne, se caracterizează prin proprietăţi, care le conferă o utilizare prelungită, fără formare de gudroane:

- stabilitate la oxidare;
- temperatură de congelare scăzută;
- rigiditate dielectrică;
- tangentă a unghiului de pierderi corespunzătoare.

PECO comercializează pe piaţa internă iar I.S.C.E. PETROLEXPORT pe pieţele externe, uleiul de transformator românesc în specificaţii de calitate conform

BS_{148}, IS_{335}, VDE_{0370}

Livrarea se efectuează în butoaie de 220 l



CONTENTS

* * * **Petroleum worker's day** 583—584

V. Negoiţă : **Contribution to the determination of the mineralogical-petrographic composition and of the porosity of carbonatic rocks (analytical solution, graphic solution and computer programme).** 585—590

I. Banciu : **A study concerning the influence of temperature on the filtration of drilling fluids** 591—595

Al. Turtă, H. Dumitrescu: **The magnitude of the heat quantity contained in the fluids extracted through extraction wells in a continuous steam-injection experimental process** 596—601

G. Lazăr : **The production of oil and paraffin from petrolatum** 602—605

E. Dacin : **The biological treatment of residual waters in refineries** 606—611

Al. Constantinescu : **The importance of physical factors in the destructions caused by the corrosion of salty sewage in oilfields** 612—616

V. Negoiţă : **Contribution to the determination of the mineralogical-petrographic composition and of the porosity of carbonatic rocks (analytical solution, graphic solution and computer programme)**

The paper is a part of a complex study carried out by the author in the field of carbonatic rocks with the view of presenting a method of determining the mineralogical-petrographic composition of the primary and secondary porosity.

After pointing out the main petrographo-petrophysical characteristics of carbonatic rocks consisting of dolomite limestone, quartz, clays and evaporites, the author theoretically substantiates and develops a method of determining the volumes occupied by the porous spaces and by different mineralogical-petrographic components.

Analytical solutions are presented for 2,3 and 4 mineralogical-petrographic components for which one disposes of two or three geophysical methods for determining the porosity (acoustic, gamma-gamma, neutron-neutronic corings).

The final part of the paper shows the way in which the analytical process described at the beginning, based on the solution of "m" systems of "n" non-homogenous linear equations with "n" unknown quantities can be passed to a matrix form and then solved by the algorythm of the Gauss-Jordan method by means of digital computers.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr, 10. p. 585
D.C. 553.55

I. Banciu : **A study concerning the influence of temperature on the filtration of drilling fluids**

The influence of temperature up to 150° C on the filtration of some drilling muds is explained in theoretical form and some information is given concerning the checks made experimentally in the laboratory.

It is shown that the filtration increases continuously towards a constant value peculiar to each type of mud.

The causes and factors determining this influence are pointed out in the final part of the paper.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970. nr, 10, p. 591
D.C. 622.243.144

Al. Turtă. H. Dumitrescu: **The magnitude of the heat quantity contained in the fluids extracted through extraction wells in a continuous steam-injection experimental process**

On the basis of the data obtained by experimenting the displacement of crude oil by continuous steam-injection for two years in an inversed 0.5-ha field, the authors determined the heat quantity contained in the fluids extracted by field reaction wells and by the wells outside the field influenced by the injection process, this quantity being expressed as a percentage of the tota heat quantity supplied by the steam generator.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr, 10, p. 596
D.C. 622.276.41.

E. Dacin : **The biological treatment of residual waters in refineries**

The paper presents the biological treatment of the general effluent of a medium-capacity refinery with mixed profile, previously treated with aluminium sulphate and ferrous sulphate for reducing the content of oil products to the admissible limit at the entrance to the biological treatment gradient.

The experiments have been carried out on a laboratory scale, in varied conditions as concerns the pH, aeration time, air consumption, biogenous substance consumption, the suspension content in aerotank etc.

The biological treatment allows to obtain an effluent with a content of total extractible substances of 4 — 8 mg/l, which can be reduced to 1 — 2 mg/l by a chemical coagulation following the biological treatment gradient.

The results obtained during the experiments are illustrated by biological degradation curves of the main impurification indicators.

Petrol şi Gaze. **21**, 1970, nr. 10, p. 606
D.C. 665.662:8.35

СОДЕРЖАНИЕ

* * * День нефтянника 583—584

В. Негоицэ: Вклад по определению минералого-петрографической композиции и пористости карбонатических пород. (Аналитическое решение, графическое решение и программа для калькулятора) 585—590

И. Банчу: Изучение относительно влияния температуры на фильтрацию буровых растворов 591—595

Ал. Туртэ, Х. Думитреску: Величина количества тепла содержимого в буровых растворах извлекаемых из скважин опытным процессом непрерывного парового нагнетания 596—601

Г. Лазер: Получение масла и парафина из петролатума 602—605

Е. Дачин: Биологическая очистка сточных вод из нефтеперегонных заводов 606—611

Ал. Константинеску: Значение физических факторов на разрушения вызванные коррозией остаточных соленных вод из нефтянных промыслов. 612—616

В. Негоицэ: **Вклад по определению минералого-петрографической композиции и пористости карбонатических пород. (Аналитическое решение, графическое решение и программа для калькулятора)**

Работа прдставляет собой часть комплексного изучения, которое автор предпринял в области карбонатических пород и задался целью представить метод по определению минералого-петрографической композиции первичной и побочной пористости. После изложения главных петрографо-петрофизических характеристик карбонатических пород, состоящих из известняка, доломита, кварца, глин, и эвапоритов обосновывается теоретически и развивается метод по определению объемов занятых пористыми пространствами и различными минерало-петрографическими компонентами. Приводится аналитические решения 2, 3, и 4 минералого-петрографических компонентов для которых имеется диаграфический материал составленный из двух или трех геофизических методов для определения пористости (акустический каротаж, гамма-гамма каротаж, нейтронный каротаж). В последней части работы указывается способ при котором аналитический метод, изложенный в начале, основанный на системах ,,м'' и ,,н'' неомогенных линейных уравнениях с ,,н'' неизвестными может быть перенесен в матричную форму и решен путём алгоритма метода Гаусс-Жордан при помощи числовых калькуляторов.

Petrol şi gaze, **21**, 1970, nr. 10, p. 585
Д.К. 553.55

И. Банчу: **Изучение относительно влияния температуры на фильтрацию буровых растворов**

В работе излагается в теоретичекой форме влияние температуры до 150°С на фильтрацию ряда буровых растворов, а также опытные проверки в лаборатории. Выявляют таким образом что фильтрация увеличивается непрерывно в зависимости от температуры, стремясь к постоянной величине, свойственной каждому типу раствора в отдельности. В заключительной части работы указываются причины и факторы которые определяют это влияние.

Petrol şi gaze, **21**, 1970, nr. 10, p. 591
Д.К. 622.243.144

Ал. Туртэ, Х. Думитреску: **Величина количества тепла содержимого в буровых растворах извлекаемых из скважин опытным процессом непрерывного парового нагнетания.**

На основании данных полученных при испытании дислокации нефти путём непрерывного нагнетания паром, в течении двух лет в обратном панно в 0,5 га, определили количество тепла содержащегося в растворах извлеченных реактивными зондами панно и зондами вне панно подверженных влиянию нагнетательного процесса, выражая это количество в процентах, из общего количества тепла поставляемым паровым генератором.

Petrol şi gaze, **21**, 1970, nr. 10, p. 596
Д.К. 622.276.41

Е. Дачин: **Биологическая очистка сточных вод из нефтепергонных заводов.**

В настоящей статье приводится биологическая очистка общего эфлюента одного перегонного завода смешанного профиля, средней производительности, обработанного пред варительно сульфатом алюминия и железистым сульфатом для снижения содержания нефтяных продуктов до допустимого предела ввода в ступень биологической очистки. Опыты производились в лаборатории, в переменных условиях в отношении pH, времени аэрации, расхода воздуха, расхода биогенных веществ, содержание взвеси в аэротанке итд. Процесс биологической очистки позволяет получить эфлюент с 4—8 мг/л содержания общей вытяжки, которое может понизится до 1—2 мг/л, путём химической коагуляции на следующей ступени биологической очистки. Результаты полученные во время опытов указываются кривыми по биологической деградации основных показателей по загрязнению.

Petrol şi gaze, **21**, 1970, nr. 10, p. 606
Д.К. 665.6:628.35

INHALT

* * * **Der Tag des Erdölarbeiters** 583—584

V. Negoiţă : **Beiträge zur Bestimmung der mineralogisch-petrographischen Zusammensetzung und der Porosität der Karbonat gesteine (Analytische Lösung, graphische Lösung und Automatrechnerprogramm).** 585—590

I. Banciu : **Untersuchung des Temperatureinflusses auf die Filtration des Bohrschlamms** 591—595

Al. Turtă, H. Dumitrescu : **Grösse der Wärmemenge in den, durch Fördersonden, während einer Testung mit kontinuierlicher Dampfeinblasung gewonnenen Fluide** 596—601

G. Lazăr : **Gewinnung des Öls und des Paraffins aus Petrolatum** 602—605

E. Dacin : **Biologische Reinigung der Raffinerieabwässer** 606—611

Al. Constantinescu : **Bedeutung der physikalischen Faktoren auf die, durch Korrosion der salzigen Abwasser in den Erdölfeldern verursachten Zerstörungen** 612—616

V. Negoiţă : **Beiträge zur Bestimmung der mineralogisch-petrographischen Zusammensetzung und der Porosität der Karbonatgesteine (Analytische Lösung, graphische Lösung und Automatrechnerprogramm)**

Der Aufsatz ist ein Teil einer komplexeren Studie im Bereich der Karbonatgesteine im Hinblick auf die Darstellung eines Bestimmungsverfahrens der mineralogisch-petrographischen Zusammensetzung, der primären und der sekundären Porosität.

Nach einer Darlegung der petrographischen und petrophysikalischen Hauptkennzeichen der Karbonatgesteine aus Kalkstein, Dolomit, Quarz, Ton und Verdampfungsgestein, wird ein theoretisch begründetes Verfahren zur Bestimmung des Porenvolumens und der verschiedenen mineralogischen und petrographischen Bestandteile entwickelt.

Es werden analytische Lösungen für 2, 3 und 4 mineralogische und petrographische Komponenten erläutert und ein diagraphisches Material, besthend aus zwei oder drei geophysikalischen Methoden zur Bestimmung der Porosität (akustisches Kernbohren, Kernbohren mit Gamma-und Neutronenstrahlung) zur Verfügung gestellt.

Abschliessend wird die Art und Weise dargelegt, wie das eingangs entwickelte analytische Verfahren auf Grund der Lösung von ,,m'' Systemen, ,,n'' nichthomogenen linearen Gleichungen mit ,,n'' Unbekannten, in Matrikalform gesetzt und sodann durch den Algorithmus der Gauss-Jordan-Methode, mit Hilfe eines nummerischen Automatrechners gelöst werden kann.

Petrol si Gaze, **21**, 1970, nr. 10, p. 585
D.K. 553.55.

I. Banciu : **Untersuchung des Temperatureinflusses auf die Filtration des Bohrschlamms**

Der Verfasser erläutert in theoretischer Weise den Einfluss der Temperatur bis 150°C auf die Filtration einiger Bohrschlammarten, wobei die betreffenden Daten durch die Ergebnisse von Laborversuchen bestättigt werden.

Es wird die Tatsache hervorgehoben, dass die Filtration in kontinuierlichem Masse im Verhältnis zur Temperatur bis zu einem, für jeden Bohrschlammtyp eigenen Konstantwert ansteigt.

Abschlieseend werden die Ursachen und die Faktoren, die diesen Einfluss bestimmen, dargelegt.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 10, p. 591
D.K. 622.243.144.

Al. Turtă, H. Dumitrescu : **Grösse der Wärmemenge in den, durch Fördersonden, während einer Testung mit kontinuierlicher Dampfeinblasung gewonnenen Fluide**

Aufgrund der Versuchsergebnisse, die bei der Verdrängung des Erdöls durch kontinuierliche Dampfeinblasung innerhalb von zwei Jahren in einem abgestecktem Feld von 0,5 ha erzielt wurden, ist die Wärmemenge in den Fluiden der Reaktionssonden des Raumes und der ausserhalb liegenden Sonden, die jedoch durch die Dampfeinblasung beeinflusst wurden, festgelegt worden. Diese Menge wurde prozentmässig zur gesamten, vom Dampfgenerator erzeugten Wärmemenge ausgedrückt.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 10, p. 596
D.K. 622.276.41.

E. Dacin : **Biologische Reinigung der Raffinerieabwässer**

Der Verfasser beschreibt die biologische Reinigung des Hauptabflusswassers einer Raffinerie, mit gemischtem Profil und mittlerer Leistung. Das Abwasser wurde mit Aluminiumsulfat und Eisensulfat vorbehandelt, um den Gehalt an Erdölerzeugnissen bis zum zulässigen Grenzwert für den Eintritt in den biologischen Reinigungsbereich herabzusetzen.

Die Versuche erfolgten in Laboratoriumsmasstab, unter unterschiedlichen pH-Bedingungen, Lüftungszeiten, Luftverbrauch, Verbrauch an biogenen Stoffen, Gehalt an Suspensionen im Belüftungstank usw.

Der Prozess der biologischen Reinigung ergibt ein Abwasser mit einem Gesamtgehalt an Extraktionsstoffen von 4—8 mg/l, der, durch eine nachträgliche chemische Gerinnung auf 1—2 mg/l herabgesetzt werden kann.

Die Versuchsergebnisse werden durch Kurven der biologischen Zersetzung der hauptsächlichen Verunreinigungen dargestellt.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 10, p. 606
D.K. 665.6:628.35.

SOMMAIRE

* * * **La journée du travailleur petrolier** 583—584

V. Negoiţă : **Contributions àl détermination de la composition minéralogique-pétrographique et de la porosité des roches carbonatique (solution analytique, solution graphique et programme de calculateur)** 585—590

I. Banciu : **Etude de l'influence de la température sur la filtration des fluides de forage** 591—595

Al. Turtă, H. Dumitrescu : **La grandeur de la quantité de chaleur contenue par les fluides extraits par les sondes d'extraction dans un processus expérimental d'injection continue de vapeurs** 596—601

G. Lazăr : **L'obtention de l'huile et de la paraffine du pétrolatum** 602—605

E. Dacin : **L'épuration biologique des eaux résiduelles des raffineries** 606—611

Al. Constantinescu : **L'importance des facteurs physiques dans les destructions provoquées par la corrosion des eaux résiduelles salées des chantiers pétroliers** 612—616

V. Negoiţă : **Contributions à la détermination de la composition minéralogique-pétrographique et de la porosité des roches carbonatiques (solution analytique, solution graphique et programe de calculateur)**

L'article représente une partie d'une étude complexe, entreprise par l'auteur dans le domaine des roches carbonatiques et se propose de présenter une mèthode de dètermination de la composition minèralogique et pétrographique de la porosité primaire et de la porosité secondaire.

Après avoir exposé les principales caractéristiques pétrographo - pétrophysique des roches carbonatiques constituées de calcaire dolomitique, quartz, argiles et évaporites, on présente les fondements théoriques et on expose une méthode de déterminer les volumes occupés par les espaces poreux et par les différents composants minéralogo-pétrographiques.

Des solutions analytiques sont présentées pour 2,3 et 4 composants minéralogo-pétrographiques pour lesquelles on dispose d'un matériel diagraphique constitué de deux ou trois métodes geopyhsiques pour déterminer la porosité (carottage acoustique, carottage gamma-gamma, carottage neutron-neutronique)

La dernière partie de l'article indique la manière dont le procédé analytique, exposé au début, basé sur la solution de ,,m'' systèmes de ,,n'' équations linéaires non-homogènes avec ,,n'' inconnues peut être passé en forme matriciale et résolu par l'algorythme de la méthode Gauss-Jordan à l'aide des calculateurs numériques.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr, 10, p, 585
C,D. 553.55

I. Banciu : **Etude de l'influence de la température sur la filtration des fluidès de forage**

On expose les aspects thèoriques et les vèrifications expérimentales effectuées au laboratoire, en ce qui concerne l'influence de la température jusqu'à 150°C sur la filtration de certaines boues de forage.

On met ainsi en évidence le fait que la filtration augmente continuellement par rapport à la température, vers une valeur constante, propre à chaque type de boue.

Les causes et les facteurs qui déterminent cette influence sont indiqués dans la partie finale de l'étude.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr, 10, p, 591

C,D. 622.243,144

Al. Turtă, H. Dumitrescu : **La grandeur de la quantité de chaleur contenue par les fluides extraits par les sondes d'extraction dans un processus expérimental d'injection continue de vapeur**

Sur la base des données obtenues lors des expériences effectuées pour déplacer e brut par injection continue à vapeur, pendant deux années, dans un panneau inversé de 0,5 ha, on a déterminé la quantité de chaleur contenue dans les fluides extraits par les sondes de réaction de panneau et les sondes à l'extérieur du panneau, influencées par le processus d'injection. Cette quantité est exprimée comme pourcentage de la quantité totale de chaleur fournie par le générateur à vapeur.

Petrol şi Gaze. **21**, 1970, nr. 10, p, 596
C.D, 622.276.41

E. Dacin : **L'épuration biologique des eaux résiduelles des raffineries**

On présente l'épuration biologique de l'effluent général d'une raffinerie à profil mixte de capacité moyenne, lequel a été préalablement traité au sulfate d'aluminium et au sulfate ferreaux, afin de réduire la teneur en produits pétroliers à la limite admissible à l'entrée dans l'échelon d'épuration biologique.

Les expériences ont été effectuées à l'échelle de laboratoire, dans des conditions variées, en ce qui concerne le pH, le temps d'aération, la consommation d'air, la consommation de substances biogènes, la teneur en suspensions de l'aérotank etc.

Le processus d'épuration biologique permet d'obtenir un effluent ayant une teneur en substances totalement extractibles de 4—8 mg/1, qui peut être réduit à 1—2 mg/1 par une coagulation chimique ultérieure à l'échelon d'épuration biologique.

Les résultats obtenus au cours de l'expérimentation sont illustrés par des courbes de dégradation biologique des principaux indicateurs d'impurification

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr, 10, p, 606
C.D. 665.6:628.35

ZIUA PETROLISTULUI

Sărbătorirea „Zilei petrolistului", ziua acelora care prin munca lor plină de pasiune și dăruire, extrag din subsolul patriei cantități importante din comoara aurului negru, are loc în condițiile în care întregul popor depune eforturi susținute pentru înfăptuirea cu succes a prevederilor ultimului an al cincinalului și trecerea la următorul plan de cinci ani.

În cadrul vastului program de dezvoltare a economiei, trasat de Congresul al X-lea al P.C.R., un loc de prim ordin îl ocupă obiectivele legate de dezvoltarea tot mai puternică a bazei tehnice materiale a societății, lărgirea bazei de materii prime, de valorificarea superioară a resurselor naturale ale țării.

Eforturile făcute de statul nostru, de-a lungul anilor, pentru dezvoltarea industriei petroliere, prin alocarea de importante fonduri materiale și bănești, au permis creșterea și diversificarea producției, introducerea metodelor moderne de lucru în extracția și prelucrarea țițeiului, sporirea pe această bază a valorificării țițeiului și a gazelor naturale.

Anul 1970, an hotărîtor în realizarea planului pe perioada 1966-1970 și de pregătire a viitorului cincinal, a solicitat o cunoaștere temeinică a sarcinilor ce decurg din documentele adoptate și a măsurilor necesare pentru realizarea lor și pentru perfecționarea întregii activități de producție.

Sublinierea făcută de tovarășul Nicolae Ceaușescu — Secretar General al P. C. R. în cuvîntarea rostită în încheierea lucrărilor Plenarei C.C. al P. C.R. din decembrie 1969, privind perfecționarea tehnologiilor de exploatare, de reducere a pierderilor în extracția și transportul țițeiului, de utilizare a forajului de mare adîncime și reactivarea fondului de sonde inactive, în vederea valorificării mai bune a rezervelor și asigurării cantităților de produse petroliere pentru industria prelucrătoare, prevăzute în planul de stat, reprezintă obective de seamă pentru industria de petrol și gaze.

În vederea menținerii și sporirii ponderii produselor petroliere în balanța de materii prime a țării, muncitorii, tehnicienii, inginerii și ceilalți salariați din Ministerul Petrolului, au acționat cu mai multă hotărîre și mai organizat pentru identificarea și punerea în valoare de noi rezerve de hidrocaburi.

În acest scop, activitatea de prospecțiune și explorare din cadrul ministerului nostru a urmărit atît punerea în evidență de noi rezerve de hidrocarburi în sectoarele cunoscute, productive pînă în prezent, cît și continuarea cercetării obiectivelor de la mare adîncime.

Pentru extinderea zonelor de perspectivă, s-au început lucrările de cercetare a unor regiuni noi, insuficient sau de loc studiate.

În scopul sporirii eficienței economice a lucrărilor geologice s-au prevăzut o serie întregă de măsuri legate de extinderea metodelor și aparaturii geofizice moderne, în prospecțiunea seismică pe uscat și pe mare, precum și investigarea geofizică a găurilor de sondă.

În sectorul de extracție, atingerea obectivelor planului pe anul 1970 și pe perioada 1971-1975, necesită perfecționarea metodelor de exploatare în scopul măririi coeficientului de recuperare a țițeiului din zăcăminte, folosirea mai bună a gazelor de sondă, exploatarea rezervelor de la mari adîncimi etc.

Îmbunătățirea factorului final de recuperare a țițeiului, respectiv creșterea rezervelor recuperabile, intensificarea extracției, impun aplicarea unor măsuri care prevăd extinderea proceselor de injecție de apă sau gaze, îndesirea gabaritelor de sonde existente pe zăcămintele vechi, extinderea exploatării prin combustie subterană și experimentarea în șantier a injecției de apă aditivată, trecerea la faza industrială a exploatării zăcămintelor cu țiței vîscos prin combustie subterană, extinderea injecției de abur; ciclice și continui, la zăcămintele ai căror parametri corespund acestui procedeu, cercetarea posibilităților de folosire a bioxidului de carbon în procesele de recuperare a țițeiului din zăcăminte cu țițeiuri vîscoase, extinderea procedeului de gaz-liftare cu supape diferențiale, îmbunătățirea echipamentului de fund pentru pompajul de adîncime etc.

Analiza fiecărei structuri productive, stabilirea celor mai indicate măsuri tehnologice, perfecționarea acestora și introducerea unor noi metode, sînt sarcini de mare răspundere ce se desprind din documentele de partid adoptate și a căror aplicare se traduce în ultimă instanță prin eficiență.

O atenție deosebită s-a acordat diminuării pierderilor de țiței din extracție, transport și rafinării.

Nivelul de extracție a gazului metan, materie primă foarte valoroasă, în special pentru industria chimică, pentru unele procese tehnologice din industria siderurgică etc. a avut la bază raționalizarea acestei bogății naturale a țării.

În sectorul de prelucrare s-a urmărit creșterea gradului de utilizare intensivă a capacităților de producție la instalațiile tehnologice din rafinării, realizarea în termen a obiectivelor de investiții prevăzute în plan, realizarea de noi sortimente de produse petroliere necesare mașinilor și utilajelor moderne care vor intra în dotarea industriei noastre, promovarea unor tehnologii noi și îmbunătățirea celor existente, acoperirea celei mai mari părți din necesarul de piese de schimb etc.

Prelucrarea unei cantități sporite de țiței în anul 1970 și în viitorul cincinal impune extinderea experienței obținute și găsirea unor noi soluții pentru reducerea duratei de revizie a instalațiilor și, deci, prelungirea ciclului lor de funcționare.

Bilanțul rodnic al realizărilor obținute în industria petrolieră pe primele opt luni din acest an, sînt o dovadă grăitoare a contribuției pe care o aduc petroliștii la înfăptuirea sarcinilor trasate. În această perioadă planul producției globale industriale a fost depășit cu 104,4 mil. lei, spor obținut în totalitate pe seama creșterii productivității muncii. La producția marfă vîndută și încasată depășirea reprezintă 126,7 mil. lei.

Prin extragerea unei cantități suplimentare de 44,9 mii t țiței, ca și prin reducera consumurilor și pierderilor în procesele de extracție, transport și prelucrare a țițeiului, au fost date peste prevederile planului importante cantități de produse petroliere : 36,5 mii t benzină, 2,4 mii t motorină, 11,8 mii t uleiuri minerale, 39,9 mii t păcură.

Totodată în sectorul de extracție gaze, planul a fost depășit cu 4,6 %, fapt ce a permis înlocuirea într-o serie de ramuri a consumului de combustibil lichid, care împreună cu produsele petroliere obținute peste plan, au creat disponibilități ce au fost destinate exportului.

Merită a fi evidențiate în mod deosebit eforturile susținute depuse de petroliști și, în special, de cei care desfășoară activitatea în industria de gaz metan, care au reușit să asigure toate ramurile economiei naționale cu gaze și combustibili la nivelul necesarului în condițiile dificultăților cauzate unor zone petrolifere și gazeifere de calamitățile naturale.

Rezultatele obținute pînă în prezent în toate întreprinderile și sectoarele de activitate ale industriei petroliere, ne dau certitudinea să afirmăm că sarcinile de plan pe anul 1970 vor fi realizate și depășite. Se estimează că pe întregul an se vor obține peste plan 215 mil. lei la producția globală, iar la producția în unități naturale sarcinile planificate vor fi depășite cu 90 mii t țiței și peste 100 mii t produse petroliere, toate acestea fiind superioare angajamentelor luate.

Paralel cu urmărirea realizării sarcinilor fizice cantitative s-a dat prioritate îmbunătățirii indicatorilor de eficiență economică, punîndu-se un accent deosebit pe creșterea productivității muncii și rentabilizarea activității.

Bilanțul favorabil ce se întrevede pentru anul 1970 întregește rezultatele obținute în acest cincinal, în care an de an industria de petrol și gaze a îndeplinit și depășit sarcinile trasate.

Dezvoltarea și modernizarea continuă a industriei petroliere ca și progresele realizate în domeniul introducerii și perfecționării tehnologiilor în forajul sondelor, extracției și prelucrării țițeiului ne dau posibilitatea să estimăm că producția globală industrială planificată pe întregul cincinal se va realiza cu 2 luni înainte de termen, obținîndu-se în plus pînă la sfîrșitul anului o producție suplimentară de circa 2 miliarde lei.

În acești ani, în sectorul de prelucrare a țițeiului au intrat în funcțiune obiective de mare importanță economică, ca : Rafinăria Pitești, Rafinăria Crișana, Complexul de craeare catalitică, Complexul de majorare a producției de xilen și instalația de cocsare de la Rafinăria Brazi, instalațiile pentru fabricarea uleiurilor superioare la Rafinăria Ploiești. La o parte dintre acestea, parametrii proiectați au fost atinși cu mult înainte de termenul planificat.

Prin intrarea în funcțiune a acestor obiective s-a adîncit procesul de prelucrare a țițeiului, crescînd gradul de valorificare a tonei de țiței.

În această perioadă s-a obținut o producție larg diversificată, calitatea produselor petroliere fiind apreciată atît pe piața internă, cît și la export. Această creștere a fost posibilă ca urmare a unor îmbunătățiri substanțiale a structurii producției de produse petroliere în rafinării.

Astfel, producția de hidrocarburi aromate de înaltă puritate a crescut în perioada 1965—1970 de circa trei ori, cea de benzine superioare cu cifra octanică peste 90 s-a mărit de două ori, iar producția de motorine cu indice Diesel ridicat și culoare îmbunătățită a sporit cu 50 %. În același timp s-au fabricat noi sortimente de uleiuri minerale și unsori consistente de calitate superioară pentru noile motoare de automobil, autocamioane și locomotive Diesel de fabricație românească.

De asemenea, se apreciază că în mod corespunzător gradului de dotare cu utilaje și instalații moderne, utilizării mai raționale a forței de muncă, ridicării calificării și policalificării lucrătorilor, în anul 1970 nivelul productivității muncii va fi cu peste 36 % superior nivelului realizat în anul 1965, îndeplinindu-se mai devreme sarcina prevăzută în planul cincinal pentru acest an.

Rezultatele deosebite obținute în anul 1970 cît și pe întreaga perioadă a actualului cincinal, creează o bază sigură pentru dezvoltarea în continuare a industriei de petrol și gaze la nivelul prevăzut în cincinalul următor.

Dezvoltarea industriei petroliere în cincinalul următor 1971—1975 a fost dimensionată ca niveluri și ritmuri în mod corespunzător cerințelor economiei noastre naționale.

În continuare va trebui să ne concentrăm toate eforturile pentru realizarea integrală a programului de investiții, utilizarea integrală a capacităților de producție în toate sectoarele de activitate și, în mod deosebit, a gospodăririi raționale a rezervelor, în scopul asigurării unui grad mai înalt de valorificare a țițeiului prin lărgirea diversificării gamei de produse petroliere de calitate superioară pentru satisfacerea atît a necesităților interne, cît și pentru export.

Contribuţii privind determinarea compoziţiei mineralogo-petrografice şi a porozităţii rocilor carbonatice (soluţie analitică, soluţie grafică şi program de calculator)

V. Negoiţă

Evaluarea rocilor carbonatice din punctul de vedere al colectoarelor productive a constituit pînă nu demult o problemă dificilă pentru geofizica de sondă.

Explicaţia acestei situaţii este legată de două aspecte, şi anume :

a) lipsa din punct de vedere petrografic şi petrofizic a oricărei omogenităţi a rocii;

b) numărul mic de parametri fizici, posibil a fi măsuraţi prin metode geofizice de sondă.

În ultimii ani au fost introduse în producţie aparaturi cu performanţe mult îmbunătăţite faţă de cele care existau în trecut (carotajul acustic compensat, carotajul neutron-neutronic, carotajul gama-gama compensat), care creează posibilitatea îmbunătăţirii metodelor de interpretare a datelor [1].

În acelaşi timp, prelucrarea automată a datelor cu ajutorul calculatoarelor numerice a înregistrat în ultimii ani importante progrese, prin aceea că asigură determinarea parametrilor petrofizici la fiecare 0,50 m de formaţiune traversată de gaura de sondă, realizînd astfel un volum de calcule imposibil de efectuat prin alte mijloace [2, 3].

În această lucrare sînt prezentate unele din rezultatele la care a ajuns autorul, ca urmare a unui studiu complex pe care-l întreprinde în domeniul rocilor carbonatice.

Caracterizarea petrografo-petrofizică a rocilor carbonatice

Rocile carbonatice prezintă compoziţii mineralogice, structuri şi texturi foarte diferite, ca urmare a condiţiilor de formare şi a proceselor secundare pe care acestea le-au suportat.

Dintre acestea, compoziţia mineralogo-petrografică, precum şi structura şi distribuţia sistemului de goluri joacă un rol deosebit în determinarea porozităţii din datele geofizicii de sondă.

Din punctul de vedere al investigării geofizice, formaţiunile carbonatice constituie roci formate din calcar şi dolomit cărora li se adaugă uneori cantităţi diferite de cuarţ, argilă, anhidrid sau gips.

Porozitatea rocilor carbonatice poate fi de natură primară sau secundară, după cum ea s-a dezvoltat în timpul depunerii rocii sau ulterior ca rezultat al circulaţiei de soluţii, dolomitizării şi al fenomenului de fracturare-fisurare.

Se consideră, de obicei [4], că porozitatea primară este o porozitate de tip intergranular, în care spaţiul poros este constituit din golurile rămase între granulele mineralelor existente în rocă. O astfel de porozitate este asemănătoare celei întîlnite la nisipuri şi gresii şi este frecventă şi în cazul calcarelor oolitice. Rocile carbonatice care se încadrează în acest tip constituie rocile „zaharoide" sau „intergranulare".

Un al doilea tip de roci prezintă tot o porozitate primară intergranulară, însă la care structura porilor este foarte fină. Este aşa-zisul tip de roci „cretoase" la care numărul porilor este foarte mare, însă dimensiunile lor sînt extrem de mici. Aceste roci au o porozitate foarte bună, însă permeabilitatea lor este extrem de redusă.

Cel de-al treilea tip de roci carbonatice este acela al rocilor „compacte" la care porozitatea primară este foarte redusă (intercristalină) şi care pot constitui colectoare numai în cazul existenţei unei porozităţi secundare formată din geode, fisuri şi fracturi.

Metoda de determinare a porozităţii şi compoziţiei mineralogo-petrografice a rocilor carbonatice

Exactitatea cu care porozitatea rocilor carbonatice poate fi determinată prin metode geofizice de investigare a sondelor este o funcţie a gradului de cunoaştere a caracteristicilor fizice şi chimice ale acestora.

În general, oricare dintre metodele geofizice de sondă (electrice, radioactive, acustice) care poate furniza valori de porozitate, ar permite obţinerea unor valori acceptabile ale porozităţii cu condiţia cunoaşterii compoziţiei rocii şi a caracteristicilor fluidului din spaţiul poros.

De obicei, însă, aceste informaţii nu sînt la dispoziţia interpretatorilor de diagrafii şi în aceste cazuri, utilizarea unei singure metode geofizice de porozitate nu poate duce la determinarea porozităţii cu gradul de acurateţă solicitat de calculele pentru proiectarea exploatării zăcămintelor de ţiţei şi gaze.

Orice rocă carbonatică constituită din mai mulți componenți mineralogo-petrografici și care are un volum de goluri ocupat de un fluid oarecare, se poate spune că răspunde la o anumită proprietate fizică printr-o formă liniară ca cea exprimată prin :

$$L_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \qquad (1)$$

în care variabila independentă (x_j) exprimă fracțiunea de volum ocupată de componentul (j) în volumul total al rocii, iar constantele (a_{ij}) reprezintă caracteristicile petrofizice ale componenților mineralogo-petrografici pentru o anumită proprietate fizică a acestora.

Metodele moderne de investigare geofizică existente în prezent nu pun la dispoziție decît trei proprietăți fizice a căror răspuns poate fi scris sub forma liniară (1), și anume :

— timpul de parcurs al sunetului ;
— densitatea ;
— interacția neutronilor cu mediul constituit din roci.

În aceste condiții, posibilitățile actuale ale geofizicii de sondă sînt limitate la următoarele trei forme liniare :

$$\begin{aligned} L_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = \sum_{j=1}^{3} a_{1j}x_j \\ L_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = \sum_{j=1}^{3} a_{2j}x_j \\ L_3 &= a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = \sum_{j=1}^{3} a_{3j}x_j \end{aligned} \qquad (2)$$

La acestea se mai adaugă o a patra formă liniară, nu ca rezultat al unei proprietăți fizice a rocilor carbonatice, ci al unei proprietăți volumetrice care stabilește că suma componenților mineralogo-petrografici și a volumului de pori este egală cu volumul total al rocii.

De aici rezultă că se dispune de patru forme liniare, și anume :

$$L_i = \sum_{j=1}^{4} a_{ij} x_j \quad i = j \qquad (3)$$

Cele patru forme liniare considerate sînt totdeauna liniar independente datorită condițiilor naturale existente în rocile carbonatice, afirmație demonstrată prin aceea că rangul oricărei matrici A, formată cu elementele a_{ij} este :

$$\text{rang } A = \| a_{ij} \|_{(4\times4)} = 4. \qquad (4)$$

Dacă formele liniare exprimate prin (3) sînt liniar independente, atunci sistemul :

$$\begin{aligned} L_1 &= \sum_{j=1}^{4} a_{1j}x_j = b_1 \\ L_2 &= \sum_{j=1}^{4} a_{2j}x_j = b_2 \\ L_3 &= \sum_{j=1}^{4} a_{3j}x_j = b_3 \\ L_4 &= \sum_{j=1}^{4} a_{4j}x_j = b_4 \end{aligned} \qquad (4)$$

are cel puțin o soluție, cînd formele $L_1, \ldots, L_4$ pot lua valori arbitrare.

Fie variabilele $x_1, \ldots, x_4$ a căror sens fizic a fost explicat mai înainte. Se poate trece de la aceste variabile la variabilele $y_1, \ldots, y_4$ prin relațiile :

$$\begin{aligned} y_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_4 = L_1 \\ &\vdots \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \vdots \\ y_4 &= a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = L_4 \end{aligned} \qquad (5)$$

În aceste condiții sistemul (5) definește o transformare liniară proprie în care (y_1, y_2, y_3) reprezintă variabilele ce se obțin prin măsurări cu ajutorul aparaturii de sondă (carotaj acustic, carotaj gama-gama și carotaj neutron-neutronic), iar (y_4) reprezintă suma fracțiunilor de volum implicate în măsurare.

Modulul acestei transformări este determinantul matricei coeficienților :

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & \cdots & a_{14} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{41} & \cdots & a_{44} \end{vmatrix} \qquad (6)$$

În acest mod, prin relațiile (5) se trece de la un sistem de valori $x_1, \ldots, x_4$ care reprezintă fracțiunile de volum ocupate de componenții mineralogo-petrografici și porii rocii, la un sistem bine determinat de valori $y_1, \ldots, y_4$ înregistrate prin măsurări la sondă și reciproc, unui sistem de valori $y_1, \ldots, y_4$ obținut prin măsurările de sondă îi corespunde sistemul de valori $x_1, \ldots, x_4$ obținut prin rezolvarea ecuațiilor care arată că transformarea definită de (5) este biunivocă.

Prin această transformare se rezolvă sistemul (5) ducînd la :

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{A_{11}}{\Delta} y_1 + \frac{A_{21}}{\Delta} y_2 + \frac{A_{31}}{\Delta} y_3 + \frac{A_{41}}{\Delta} y_4 \\ &\vdots \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \vdots \\ x_4 &= \frac{A_{14}}{\Delta} y_1 + \frac{A_{24}}{\Delta} y_2 + \frac{A_{34}}{\Delta} y_3 + \frac{A_{44}}{\Delta} y_4 \end{aligned} \qquad (7)$$

unde A_{ij} reprezintă complementele algebrice ale elementelor a_{ij} din determinantul format de elementele a_{ij}.

Obținerea unor soluții negative pentru $x_1, \ldots x_4$ nu își are o interpretare geologică și aceasta duce la raționamentul că numărul componenților mineralogo-petrografici presupuși a fi prezenți în rocă este mai mare.

De aceea apare necesitatea suplimentării sistemului (5) cu încă o ecuație de unitate, ajungîndu-se la ultima formă de sistem posibilă cu actualele metode de investigare geofizică :

$$\sum_{j=1}^{5} a_{ij} x_j = y_i \qquad i = j \tag{8}$$

la care :

$$a_{51} = a_{52} = a_{53} = a_{54} = 0,$$

și :

$$a_{55} = 1.$$

Condiția necesară și suficientă ca sistemul neomogen de cinci ecuații cu cinci necunoscute (8) să fie compatibil este, conform teoremei lui Rouché, ca toți determinanții caracteristici să fie nuli. Această condiție este satisfăcută în practica investigării geofizice a găurilor de sondă totdeauna. Aplicînd sistemului (8), următoarele notații matriciale :

$$A = \left\| \begin{matrix} a_{11} & \cdots & a_{15} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{51} & \cdots & a_{55} \end{matrix} \right\| \quad X = \left\| \begin{matrix} x_1 \\ \vdots \\ x_5 \end{matrix} \right\| \quad Y = \left\| \begin{matrix} y_1 \\ \vdots \\ y_5 \end{matrix} \right\|$$

în care A reprezintă matricea coeficienților, iar X și Y vectorii coloană ai necunoscutelor și ai termenilor liberi, atunci sistemul (8) poate fi scris sub forma unei ecuații matriciale :

$$AX = Y \tag{9}$$

Dacă matricea A este nesingulară și acest lucru este totdeauna realizat datorită neomogenității rocilor carbonatice, atunci prin înmulțire la stînga cu A^{-1} se va obține :

$$A^{-1} AX = A^{-1} Y \tag{10}$$

Deoarece produsul matricei inverse A^{-1}, cu matricea A este egal cu matricea unitate I, rezultă :

$$IX = A^{-1}Y \tag{11}$$

$$X = A^{-1}Y \tag{12}$$

Pentru cazul sistemului (8) dacă se va nota cu :

$$\Delta = \det A$$

și cu A_{ij} complementele algebrice rezultate din matricea A se poate obține după diviziunea fiecărui termen al complementelor algebrice la Δ, matricea asociată, căreia dacă i se va face transpusa va duce în final la obținerea matricei inverse A^{-1}. În acest caz va rezulta :

$$A^{-1} = \left\| \begin{matrix} \frac{A_{11}}{\Delta} & \cdots & \frac{A_{51}}{\Delta} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{A_{15}}{\Delta} & \cdots & \frac{A_{55}}{\Delta} \end{matrix} \right\| \tag{13}$$

și, deci :

$$X = A^{-1} Y = \left\| \begin{matrix} \frac{1}{\Delta} \sum_{i=1}^{5} A_{i1} y_1 \\ \vdots \\ \frac{1}{\Delta} \sum_{i=1}^{5} A_{i5} y_5 \end{matrix} \right\| \tag{14}$$

care reprezintă soluția sistemului (8).

Literatura de specialitate pentru geofizica de sondă, cît și albumele de interpretare ale fiecărei societăți constructoare de aparatură geofizică oferă sub formă analitică sau grafică ecuațiile de răspuns ale aparatelor pentru carotajul acustic, carotajul gama-gama și carotajul neutronic.

Aducerea acestor ecuații la forma necesară sistemului (8) care a fost exemplificat, este o problemă mai simplă și, de aceea, nu se va mai insista asupra acestui aspect.

Pînă în prezent, pe o astfel de cale, autorul acestei lucrări a reușit să elaboreze cu ajutorul metodei descrise procedee de interpretare pentru următoarele condiții :

I. Cînd materialul diagrafic înregistrat la sondă conține două tipuri de diagrafie, au fost elaborate soluții analitice și obținute rezultate practice prin interpretare pentru :

a) rocă carbonatică formată dintr-un singur component care prezintă porozitatea primară și porozitatea secundară (valorile celor două tipuri de porozitate sînt obținute în procente din volumul total al rocii) ;

b) rocă carbonatică formată dintr-un singur component avînd o porozitate primară, din care o parte este saturată cu apă, iar o altă parte este saturată în gaze ;

c) rocă carbonatică constituită din doi componenți mineralogo-petrografici avînd o porozitate primară.

II. Cînd materialul diagrafic înregistrat la sondă conține trei tipuri de diagrafie au fost elaborate soluții analitice pentru următoarele condiții :

d) rocă carbonatică constituită din doi componenți mineralogo-petrografici avînd porozități : primară și secundară ;

e) rocă carbonatică constituită din doi componenți mineralogo-petrografici avînd numai porozitate primară, care conțin două fluide : apă și gaze ;

f) rocă carbonatică constituită din trei componenți mineralogo-petrografici avînd numai porozitate primară ;

g) rocă carbonatică constituită din trei componenți mineralogo-petrografici avînd o parte din volumul porilor de natură primară și o altă parte de natură secundară ;

h) rocă carbonatică constituită din trei componenți mineralogo-petrografici avînd numai porozitate primară care conține două tipuri de fluide (apă și gaze). Soluțiile metodei indică volumele ocupate de fiecare dintre cele două fluide ;

i) patru componenți mineralogo-petrografici avînd numai porozitate primară.

În prezent, autorul lucrării studiază posibilitatea complexizării actualei metode prin aducerea răspunsului furnizat de aparatura de investigare electrică (convențională și focalizată) și carotajul gama natural la niște forme liniare ca cele exprimate prin relația (1) astfel încît sistemul și, respectiv matricea obținută să fie de ordinul 7. Aceasta va permite obținerea unor soluții pentru șapte necunoscute.

În continuare sînt exemplificate soluțiile obținute pentru două cazuri.

Exemplul 1. Rocă carbonatică constituită numai din dolomit, prezentînd porozitate primară și secundară (cazul I, a). Se dispune de diagrafiile neutronică și acustică a căror valori au fost :

$$P_N = 0{,}1 \qquad \Delta t = 50\ \mu s/\text{picior}$$

Aplicînd metoda descrisă se găsește :

$$P_P = (0{,}0068027 \times 50) - 0{,}285714 = 0{,}0144$$

$$P_S = (-0{,}0068027 \times 50) - (1{,}0204081 \times 0{,}1) + 0{,}2653061 = 0{,}0655$$

$$V_D = (-1{,}0204081 \times 0{,}1) + 1{,}0204081 = 0{,}9183$$

în care :

P_N reprezintă porozitatea indicată de carotajul neutron-neutronic ;
P_P — porozitatea primară a rocii ;
P_S — porozitatea secundară a rocii ;
V_D — volumul ocupat de dolomit în volumul total al rocii.

Pentru cazul exemplificat rezultă că porozitatea totală P_T a rocii va fi :

$$P_T = (P_P + P_S) = 1{,}44 + 6{,}55 = 7{,}99\ \%,$$

iar volumul ocupat de dolomit în întreaga rocă va fi :

$$V_D = 91{,}83\ \%.$$

Suma volumului de goluri și a celui ocupat de dolomit trebuie să fie egală cu unitatea ; diferența ce apare în exemplul dat este datorată reducerii numărului de zecimale la numai patru.

Exemplul 2. Roca carbonatică constituită dintr-un amestec de dolomit și calcar prezentînd atît porozitate primară, cît și porozitate secundară (cazul II. d). Materialul diagrafic de care se dispune este constituit din diagrafiile acustică, neutron-neutron și gama-gama, a căror valori indicate în figura 1 sînt :

$$P_N = 0{,}1\ ; \quad \Delta t = 50\ \mu s/\text{picior}\ ; \quad \delta = 2{,}60\ g/cm^3,$$

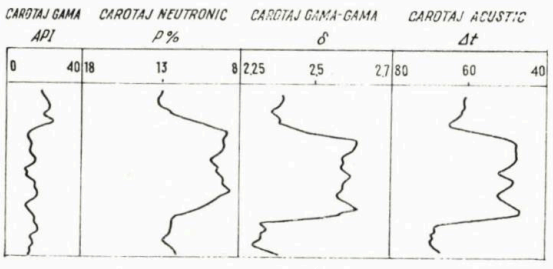


Fig. 1.

unde δ exprimă densitatea volumetrică a rocii. Aplicînd metoda descrisă în această lucrare se găsește :

$$P_P = (0{,}00694 \times 50) + (0{,}212409 \times 2{,}6) + (0{,}384054 \times 0{,}1) - 0{,}908964 = 0{,}0187$$

$$P_S = (-0{,}00694 \times 50) - (0{,}315396 \times 2{,}6) + (0{,}439838 \times 0{,}1) + 1{,}188057 = 0{,}0650$$

$$V_D = (5{,}149330 \times 2{,}6) + (8{,}805355 \times 0{,}1) - (13{,}954685) = 0{,}3288$$

$$V_C = (-5{,}046343 \times 2{,}6) - (9{,}629248 \times 0{,}1) - (14{,}675592) = 0{,}5858.$$

Pentru acest caz rezultă că porozitatea totală va fi :

$$P_T = (P_P + P_S) = 1{,}87 + 6{,}50 = 8{,}37\ \%$$
$$V_D = 32{,}88\ \%$$
$$V_C = 58{,}58\ \%.$$

Și de data aceasta suma volumelor ar fi egală cu unitatea dacă s-ar fi lucrat cu mai multe zecimale.

Deoarece în practica interpretării diagrafiilor este uneori foarte comodă utilizarea graficelor de interpretare, au fost construite astfel de grafice, corespunzătoare unor combinații mineralogo-petrografice ale rocilor carbonatice.

În figura 2 se exemplifică un astfel de grafic construit pentru o rocă constituită din dolomit care prezintă porozitate primară și secundară (cazul I.a).

Introducînd pe cele două laturi ale acestei diagrame ternare valorile timpului de parcurs Δt și ale porozității rezultate din carotajul neutronic P_N se determină un punct care în cadrul

diagramei ternare definește volumele ocupate de dolomit, porozitatea primară și porozitatea secundară.

Deoarece cunoașterea litologiei și porozității este necesară a fi determinată în rocile carbonatice pe intervalele foarte mari, care implică un volum de calcule enorm, este oportună folosirea calculatoarelor numerice.

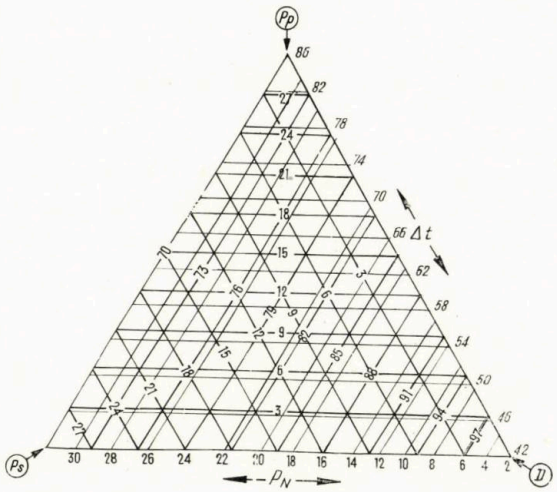


Fig. 2.

Pentru aceasta este necesară în prima etapă transformarea datelor obținute pe diagrame sub formă analogă inacceptabilă sistemelor de intrare ale calculatoarelor numerice, în forma cifrică.

În urma acestui proces se obține sub forma unui șir de numere, valorile fiecărei curbe înregistrate pe diagramă :

$$y_1,\ y_2,\ \ldots\ldots,\ y_i,\ \ldots\ldots\ y_{n-1},\ y_n.$$

Fiecare șir de numere reprezintă caracteristica unei curbe de carotaj și constituie un masiv unidimensional, iar ansamblul celor trei curbe de carotaj acustic, neutron-neutronic și gama-gama va constitui un masiv tridimensional.

În vederea prelucrării, datele respective sînt trecute pe cartele perforate o dată cu programul care a fost scris în limbajul de programare FORTRAN.

Ca algoritm de rezolvare a sistemului (8) a fost aleasă metoda Gauss-Jordan, o metodă de eliminare în mai multe etape, deoarece ea prezintă avantajul că permite rezolvarea simultană a mai multor sisteme de ecuații.

Acest avantaj pare a fi esențial în prelucrarea datelor geofizice de sondă, unde pe secțiuni mari de diagramă pot exista roci constituite din aceeași componenți mineralogo-petrografici ; ceea ce diferă de la o adîncime la alta fiind cantitatea de minerale și porozitățile.

Presupunînd că sînt de rezolvat m sisteme liniare de 5,7 sau n necunoscute la care matricea coeficienților rămîne neschimbată, diferind numai prin vectorii coloană ai termenilor liberi, soluția sistemului pentru un vector coloană va fi dată de :

$$X = A^{-1}Y \tag{15}$$

și va apare în coloana $(n + k)$ a unei matrici extinse finale. În general pentru o matrice extinsă de forma :

$$(A \mid Y)_{n \times (n+m)}$$

se va obține prin înmulțire la stînga :

$$(A^{-1}A \mid A^{-1}Y) = (I \mid A^{-1}Y) \tag{16}$$

adică în cazul cînd se dorește să se obțină matricea inversă A^{-1} va trebui să se adauge matricii extinse $(A \mid Y)$ o matrice unitară $I_{n \times n}$, și apoi operînd asupra acestora prin transformări elementare care reduc matricea A la matricea I, se va realiza simultan și schimbarea matricii I în A^{-1}. Aceasta este echivalentă cu o înmulțire la stînga cu A^{-1}, a unei matrici extinse de forma $(A \mid Y \mid I)$ adică :

$$(A^{-1}A \mid A^{-1}Y \mid A^{-1}I) = (I \mid A^{-1}Y \mid A^{-1}) \tag{17}$$

Presupunînd că matricea noastră are forma :

$$S = (A \mid Y \mid I) = \left\| \begin{array}{c|c|c} c_{1,1} \ldots a_{1,n} & a_{1,n+1} \ldots a_{1,n+m} & 1 \ldots 0 \\ \vdots \quad \vdots & \vdots \quad \vdots & \vdots \quad \vdots \\ a_{n,1} \ldots a_{n,n} & a_{n,n+1} \ldots a_{n,n+m} & 0 \ldots 1 \end{array} \right\|$$

în care pentru fiecare sistem de ecuații avem :

$$a_{1,n+1} = y_i \qquad i = (1,2,\ \ldots,\ n)$$

Ordonînd matricea astfel, ca :

$$a_{n,n} \neq 0$$

şi efectuînd următoarele transformări elementare :

$$a_{1j}^{(1)} = a_{1j}/a_{11} \qquad (j = 2, 3, \ldots, n+1)$$

$$a_{ij}^{(1)} = a_{ij} - a_{1j}^{(1)} a_{i1} \qquad (i = 2, 3, \ldots n;\ j = 2, 3, \ldots, n+1)$$

pentru prima etapă, şi :

$$a_{2j}^{(2)} = a_{2j}/a_{22} \qquad (j = 3, 4, \ldots n+1)$$

$$a_{ij}^{(2)} = a_{ij}^{(1)} - a_{2j}^{(2)} a_{i2}^{(1)} \qquad (i = 1, 3, 4, \ldots, n;\ j = 3, 4, \ldots, n+1)$$

pentru cea de-a doua etapă şi continuînd în acelaşi mod, se va obţine în final :

$$S^* = (I|X|A^{-1}) = \left\| \begin{array}{c|c|c} 1 \ldots\ldots 0 & a_{1,n+1}^{(n)} \cdots a_{1,n+m}^{(n)} & \\ \vdots \quad\quad \vdots & \vdots \quad\quad \vdots & A^{-1} \\ 0 \ldots\ldots 1 & a_{n,n+1}^{(n)} \cdots a_{n,n+m} & \end{array} \right\|$$

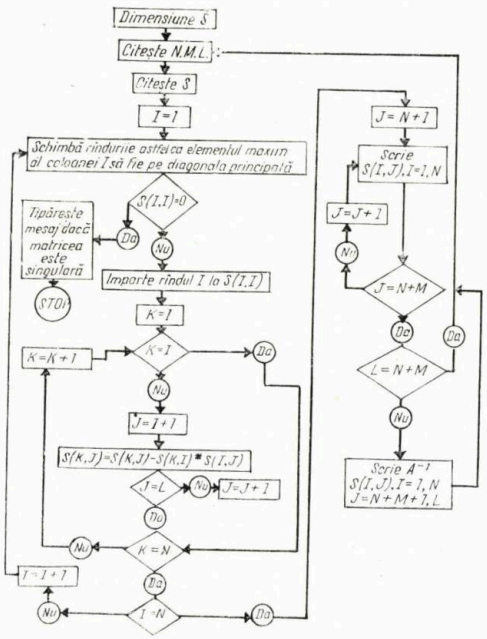


Fig. 3.

Aceasta înseamnă că soluţiile celor m sisteme de ecuaţii liniare vor fi plasate în coloanele $(n+1, \ldots, n+m)$, iar matricea inversă va fi plasată în coloanele ce urmează.

În figura 3 este redată ordinograma programării la calculator după algoritmul descris, pentru cazul în care matricea $S = (A|Y|I)$ este o matrice extinsă de forma $N \times L$ unde :

$$L = N + M$$

dacă există M vectori coloană Y şi nu se doreşte şi matricea inversă, iar $L = 2N + M$, dacă există M vectori coloană Y şi se doreşte şi obţinerea matricii inverse.

Concluzii

Determinarea porozităţii şi a compoziţiei mineralogo-petrografice a rocilor carbonatice constituie o problemă pe cît de dificilă, pe atît de necesară în vederea stabilirii caracteristicilor petrofizice şi a posibilităţilor de colector.

Soluţiile analitice, grafice, cît şi programul pentru calculator prezentate în cadrul lucrării pot constitui o tehnică care folosită în mod corect de cei ce se ocupă de prelucrarea şi interpretarea materialului diagrafic, poate servi cu succes evaluării cantitative în formaţiunile carbonatice.

BIBLIOGRAFIE

1. Wyllie, M. R. J. ,,The Fundamentals of Electric Log Interpretation" Academic Press. Inc. Publishers, New-York, 1967.
2. Sohranov, N. N. şi Ciurinova, J. M., ,,Litologhiceskie rascilenenie razreza skvajin vîdelenie colectorov pri pomosci vîscilitelinîh maşin". Prikladnaia Geofizica, **48**, Nedra. Moskva.
3. Gaymard, R., Misk, A., Nels, J. P. şi Poupon, A. ,,Computer Processed Interpretation" Schlumberger Document, 1967, Paris.
4. Archie, G. E. ,,Classification of Carbonate Reservoir Rocks and Petrophysical Considerations" Bull. Am. Ass. Petr. Geol., **36**, nr. 2.

Studiu privind influenţa temperaturii asupra filtraţiei fluidelor de foraj

I. Banciu

După cum se cunoaşte, prin noţiunea de „FILTRAŢIE" a fluidelor de foraj, se înţelege capacitatea acestora de a ceda printr-un perete poros o parte din apa liberă, din constituţia sa. Importanţa sa este deosebită în procesul de foraj al sondelor şi de valoarea sa corespunzătoare, depinde în mare parte succesul procesului de foraj al sondelor.

Se cunoaşte de asemenea, că filtraţia fluidelor de foraj la rîndul său depinde de o serie de factori, ca : permeabilitatea mediului poros, proporţia şi natura fazei dispersate, gradul de dispersie, echilibrul electric şi chimic al sistemului dispers, viscozitatea fazei dispersante, presiunea diferenţială de filtrare, suprafaţa de filtrare, timpul în care are loc filtrarea, precum şi temperatura sistemului dispers. Dintre aceşti factori un rol deosebit îl are temperatura. Ea intervine în mod deosebit la sondele de mare adîncime al căror număr creşte din ce în ce mai mult.

A. Consideraţii teoretice. În literatura de specialitate [1, 2] sub aspect teoretic problema cantităţii de filtrat din fluidul de foraj se stabileşte folosind legea de filtrare a lui Darcy, din care rezultă formula :

$$Q = A\sqrt{\frac{k\,p\,t}{b\,\eta}} \qquad (1)$$

în care :

Q este cantitatea de filtrat ;
k — coeficient de filtrare a turtei depuse ;
p — presiunea diferenţială de filtrare ;
A — secţiunea de filtrare ;
b — volumul specific de turtă provenit din noroi, raportat la o unitate de volum ;
t — timpul de filtrare ;
η — viscozitatea dinamică a fazei dispersante (filtratului).

Actualmente în practica curentă pe şantiere şi în laboratoare, pentru determinarea filtratului din fluidele de foraj, se folosesc mai multe tipuri de aparate (Baroid, Fann, V.M. — 6 etc.) fiecare avînd caracteristici şi respectiv suprafeţe de filtrare diferite. Din acest motiv şi rezultatele obţinute sînt diferite şi nu se pot compara şi corela între ele. Pentru a se evita acest inconvenient, în cele ce urmează se foloseşte noţiunea de filtraţie specifică Q_s, după relaţia :

$$Q_s = \frac{Q}{A} = \sqrt{\frac{k\,p\,t}{b\,\eta}}. \qquad (2)$$

şi reprezintă cantitatea de filtrat obţinută pe unitatea de suprafaţă filtrantă.

Analizînd însă relaţiile (1) şi (2) se constată că acestea nu exprimă influenţa temperaturii. Pentru a putea stabili influenţa acesteia în cadrul ecuaţiei (2) ne prevalăm de faptul că parametrii k, p, t şi b nu depind de temperatură. Singurul parametru care este influenţat de aceasta este viscozitatea η a mediului dispersant (filtratului). Rămîne, deci, ca în cele ce urmează să se stabilească care este dependenţa funcţională a viscozităţii filtratului în funcţie de temperatură, $\eta = \eta(T)$.

Sub aspect matematic această dependenţă poate fi pusă în evidenţă prin mai multe forme. Lucrarea de faţă se va referi doar la una dintre acestea, şi anume o formă de proporţionalitate liniară care este şi cea mai simplă. Ea se obţine, conform celor afirmate în literatura de specialitate [1, 2], din raportul a două filtraţii succesive, conform relaţiei (2) din care rezultă ecuaţia :

$$Q_{sT} = \left(\frac{\eta_{T_0}}{\eta_T}\right)^{\frac{1}{2}} Q_{s_0} \qquad (3)$$

în care :

Q_{s_T} este filtraţia specifică la temperatura T ;
Q_{s_0} — filtraţia specifică la o temperatură de referinţă T_0 ;
η_{T0} — viscozitatea filtratului la temperatura de referinţă T_0 ;
η_T — viscozitatea filtratului la temperatura T.

Se vede din această ecuaţie (3) că raportul $\left(\frac{\eta_{T_0}}{\eta_1}\right)^{\frac{1}{2}}$ este de fapt un coeficient de proporţionalitate al filtraţiei ce poate fi uşor determinat dacă se cunosc viscozităţile filtratului la temperaturile T_0 şi T. Nu conţine însă în mod explicit dependenţa sa faţă de temperatură. În cele ce urmează se scoate în evidenţă tocmai acest lucru. Pentru aceasta se va analiza variaţia coeficientului $\left(\frac{\eta_{T_0}}{\eta_T}\right)^{\frac{1}{2}}$ pentru apă şi motorină, ca fiind faze lichide filtrante folosite curent în noroiul de foraj (tabela 1).

S-a considerat în calcul temperatura de referinţă $T_0 = 20^0$C.

Transpunînd grafic cele calculate în tabela 1 (fig. 1) se observă caracterul liniar al coeficientului de proporţionalitate $\left(\frac{\eta_{T_0}}{\eta_T}\right)^{\frac{1}{2}}$ pentru

TABELA 1

Viscozitatea apei şi a motorinei în raport cu temperatura

Nr. crt	Temperatura, °C	Apă		Motorină		Observaţii
		η_T cP	$\left(\frac{\eta_{T_0}}{\eta_T}\right)^{\frac{1}{2}}$	η_T cP	$\left(\frac{\eta_{T_0}}{\eta_T}\right)^{\frac{1}{2}}$	
1	0	1,790	0,764	30,00	0,672	
2	10	1,308	0,876	18,00	0,940	
3	20	1,005	1,000	13,50	1,000	
4	30	0,801	1,120	10	1,116	
5	50	0,562	1,335	6,5	1,440	
6	100	0,284	1,875	2,4	2,370	
7	150			1,3	3,350	

ambele fluide (apă şi motorină) şi se exprimă cu relaţia :

$$\left(\frac{\eta_{T_0}}{\eta_T}\right)^{\frac{1}{2}} = 1 + \alpha (T - T_0) \qquad (4)$$

care introdusă în ecuaţia (3), se obţine :

$$Q_s = [1 + \alpha\ (T - T_0)]\ Q_{s0} \qquad (5)$$

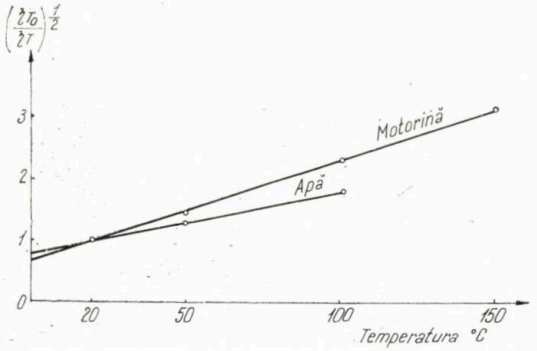


Fig. 1. Diagrama coeficientului de proporţionalitate $\left(\frac{\eta_{T_0}}{\eta_T}\right)^{\frac{1}{2}}$ în funcţie de temperatură.

şi reprezintă ecuaţia filtraţiei specifice în funcţie de temperatură. În relaţia (5), Q_{s0} reprezintă filtraţia specifică obţinută la temperatura T_0.

La rîndul său coeficientul α se poate calcula cu următoarele relaţii :

$$\alpha = \frac{\left(\frac{\eta_{T0}}{\eta_T}\right)^{\frac{1}{2}} - 1}{T - T_0} \qquad (6)$$

în cazul cînd se cunosc viscozităţile η_{T0} şi η_T ale filtratului la temperaturile T_0 şi T sau cu relaţia :

$$\alpha = \frac{1}{T - T_0}\left(\frac{Q_s}{Q_{s_0}} - 1\right) \qquad (7)$$

cînd se cunosc două filtraţii specifice succesive Q_{so} şi Q_s la temperaturile T_0 şi T.

În cazul concret al noroiului pe bază de apă sau motorină ca fază continuă, valorile coeficienţilor α calculate pe baza datelor din tabela 1, sînt :

$$\alpha = \frac{1{,}875 - 1}{100 - 20} = 0{,}0111 \text{ pentru apă;}$$

$$\alpha = \frac{2{,}37 - 1}{100 - 20} = 0{,}0193 \text{ pentru motorină.}$$

Pentru verificare se va referi la cazurile în care $T_0 = 20^0$C, $T = 80^0$C şi $T = 150^0$C. În cazul noroiului de foraj pe bază de apă la $T = 80^0$C rezultă :

$$Q_{s80} = [1 + 0{,}0111\ (80 - 20)]Q_{s_0} = 1{,}68\ Q_{s_0}$$

şi la $T = 150^0$C, rezultă :

$$Q_{s\,150} = [1 + 0{,}0111\,(150 - 20)]\,Q_{s_0} = 2{,}44 \cdot Q_{s_0}$$

care indică că filtraţia creşte la 80°C cu coeficientul de 1,68, iar la 150°C cu 2,44 ori faţă de cel obţinut la 20°C.

B. **Rezultate experimentale.** Cele relatate pînă aici s-au referit la aspecte teoretice asupra filtraţiei, avînd la bază influenţa singulară a temperaturii asupra viscozităţii. Practica dovedeşte însă că filtraţia este mai mare decît indică ecuaţiile (3) sau (5).

Pentru a dovedi acest lucru, se redă în continuare (tabela 2) rezultatele unor experienţe obţinute la filtraţia unor noroaie de foraj pe bază de humă şi apă la temperatura de 20, 60, 100 şi 150°C la o presiune de 7 atm în timp de 30 min.

Datele cuprinse în tabela 2 sînt redate grafic în figura 2.

Rezultă din tabela 2 şi, mai ales, din forma curbelor din figura 2 că filtraţia specifică creşte continuu în raport cu temperatura, tinzînd către o valoare constantă, care depinde de calitatea noroiului. Faţă de aceste date dacă se face raportul între două filtraţii succesive, se stabileşte coeficientul de creştere. În tabela 3 s-a făcut calculul raportului $\frac{Q_s}{Q_{s_0}}$ în care s-a luat ca referinţă filtraţia specifică obţinută la $T_0 = 20^0$C.

Din analiza comparativă a datelor din tabela 3, se constată cu uşurinţă existenţa unei neconcordanţe apreciabilă între filtraţia calculată şi cea obţinută din experienţe. Acest fapt dovedeşte, aşa cum s-a afirmat mai înainte că, creşterea filtraţiei în raport cu temperatura nu se datoreşte exclusiv modificării viscozităţii acestuia. Fenomenul din acest punct de vedere este mai complex şi greu de cuprins în ecuaţii matematice bazate pe acestea.

Din acest punct de vedere pentru a putea stabili, totuşi, o ecuaţie matematică corespunzătoare realităţii, se va utiliza pentru aceasta datele statistice obţinute pe cale experimentală în laborator.

TABELA 2

Filtrația specifică $Q_s = Q_s\,(T)$ la diverse temperaturi a unor noroaie de foraj

Nr. crt.	Tip noroi	Greutatea specifică, kgf/dm³	Temperatura, °C				Observații
			20	60	100	150	
			Q_{so} cm	Q_s cm	Q_s cm	Q_s cm	
1	10% Humă	1,05	0,510	1,080	1,400	1,610	
2	20% Humă	1,14	0,320	0,700	0,925	1,070	
3	30% Humă	1,20	0,200	0,450	0,590	0,680	
4	20% Humă + 1% C.M.C,	1,14	0,123			0,445	
5	20% Humă + 1% Fe-Cr	1,14	0,308			0,860	
6	20% Humă + 1% Amidon	1,14	0,230			0,385	

Din forma curbelor din figura 2 se constată că stabilirea ecuației $Q_s = Q_s\,(T)$ sub aspectul formei matematice, poate fi făcută pe mai

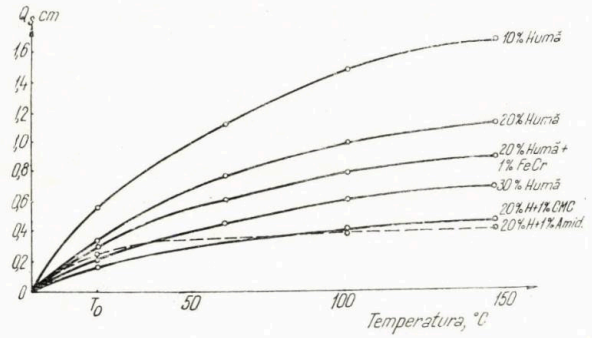


Fig. 2. Filtrația specifică a unor noroaie de foraj în funcție de temperatură.

multe căi. În cele ce urmează se va adapta numai o singură formă, considerată mai simplă și suficient de riguroasă.

În acest scop se pleacă de la funcția monomă :

$$Q_s = K_0\,T^n \tag{8}$$

în care K_0 este coeficientul unghiular al curbei $Q_s(T)$ în origine, iar n este exponent variabil așa cum se va vedea mai tîrziu.

Determinarea coeficientului K_0 sub o formă simplă se poate face după relația :

$$K_0 = \frac{Q_{s1}}{T_1} \tag{9}$$

valabilă avîndu-se în vedere că punctele Q_{s1} și T_1 sînt foarte aproape de origine și pe porțiunea respectivă curba se asimilează cu o dreaptă. În cazul cînd curbura curbei filtrației $Q_s = Q_s(T)$ este accentuată chiar din origine, atunci se folosește un sistem de extrapolare altul decît cel liniar, prin calcul sau grafic.

În continuare se calculează valorile succesive ale exponentului n de-a lungul curbei, după relația :

$$n_i = \frac{\log \dfrac{Q_{si}}{K_0}}{\log T_i} \tag{10}$$

și ale cărei valori în funcție de forma curbei vor scădea mereu, după o curbă sau liniar,

TABELA 3

Raportul $\frac{Q_s}{Q_{so}}$ calculat și real pentru diverse noroaie

Nr. crt	Tip noroi / $\frac{Q_s}{Q_{so}}$	TEMPERATURA °C							
		20		60		100		150	
		calculat	realizat	calculat	realizat	calculat	realizat	calculat	realizat
1	10% Humă	1,00	1,00	1,45	2,12	1,89	2,74	2,44	3,16
2	20% Humă	1,00	1,00	1,45	2,18	1,89	2,90	2,44	3,35
3	30% Humă	1,00	1,00	1,45	2,25	1,89	2,95	2,44	3,40
4	20% Humă + 1% C.M.C.	1,00	1,00	1,45		1,89		2,44	2,76
5	20% Humă + 1% Fe, Cr	1,00	1,00	1,45		1,89		2,44	2,70
6	20% Humă + 1% Amidon	1,00	1,00	1,45		1,89		2,44	1,67

așa cum se vede din figura 3 și ale căror ecuații se pot exprima pe rînd :

$$n = e^{-\alpha T} \tag{11}$$

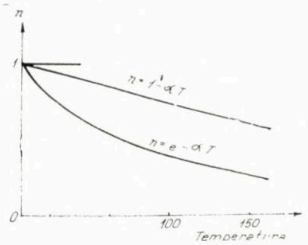


Fig. 3. Valorile exponentului n în funcție de temperatură.

pentru forma curbă, sau :

$$n = 1 - \alpha T \tag{12}$$

pentru forma liniară și care înlocuită în ecuația (8) dă pe rînd :

$$Q_s = K_0 \, T^{e-\alpha T} \tag{13}$$

și

$$Q_s = K_0 \, T^{1-\alpha T} \tag{14}$$

și sînt ecuațiile filtrației specifice în funcție de temperatură. Se observă ușor că ecuația (14) este un caz particular al ecuației (13), rezultată din dezvoltarea în serie a exponentului $e^{-\alpha T}$ și reținerea primilor doi termeni. Ea este valabilă numai pînă la limita $1 - \alpha T \geqslant 0$.

La rîndul lor valorile coeficienților α se determină cu relațiile :

$$\alpha = \frac{2{,}3}{T} \log \frac{1}{n} \tag{15}$$

pentru cazul cînd $n = n\,(T)$ scade sub forma unei curbe (curba 1 din fig. 3) și :

$$\alpha = \frac{1 - n}{T} \tag{16}$$

pentru cazul cînd $n = n\,(T)$ scade liniar (dreapta 2 din fig. 3).

În aceste ecuații (15) și (16) valorile T și n sînt cunoscute din calculele efectuate cu relația (10) în diverse puncte de-a lungul curbei $Q_s = Q_s\,(T)$.

În continuare, folosind datele experimentale din tabela 2, se calculează pe rînd valorile concrete ale coeficientului K_0 și ale exponentului n pentru noroaiele de foraj cercetate în lucrare.

Toate calculele sînt redate sinoptic în tabela 4.

TABELA 4

Calculul coeficientului K_0 și a exponentului n

Nr. crt.	Tip noroi	Temperatura, °C	Q_{si} cm	K_0	$\frac{Q_{si}}{K_0}$	$\log \frac{Q_{si}}{K_0}$	$\log T$	n
1	10 % Humă	20	0,510	0,0255			1,300	
2		60	1,080		42,50	1,630	1,780	0,915
3		100	1,400		55,00	1,740	2,000	0,870
4		150	1,610		63,50	1,803	2,176	0,830
1	20 % Humă	20	0,320	0,0160			1.300	
2		60	0,700		42,00	1,625	1,780	0,914
3		100	0,925		58,00	1,763	2,000	0,883
4		150	1,070		64,50	1,810	2,176	0,833
1	30 % Humă	20	0,200	0,0100			1,300	
2		60	0,450		45,00	1,654	1,780	0,930
3		100	0,590		59,00	1,770	2,000	0,895
4		150	0,680		68,00	1,834	2,176	0,843
1	20 % Humă + 1 % C.M.C.	20	0,123	0,0061				
		150	0,445		73,00	1,815	2,176	0,835
1	20 % Humă + 1 % Fe,Cr	20	0,308	0,0154				
		150	0,860		56,00	1,550	2,176	0,715
1	20 % Humă + 1 % Amidon	20	0,230	0,0115				
		150	0,385		43,40	1,635	2,176	0,752

TABELA

Calculul coeficientului α și al filtrației $Q_s(T)$ pentru unele noroaie de foraj

Nr. crt	Tip noroi	n	Temperatura, °C	α		Ecuația Qs (T)
				ecuația	valori	
1	10% Humă	0,830	150	$\frac{1-n}{T}$	$1{,}13 \cdot 10^{-3}$	$Q_s = 0{,}0255\ T^{1-1{,}13\cdot 10^{-3}T}$
2	20% Humă	0,833	150	$\frac{1-n}{T}$	$1{,}11 \cdot 10^{-3}$	$Q_s = 0{,}0160\, T^{1-1{,}11\cdot 10^{-3}T}$
3	30% Humă	0,843	150	$\frac{1-n}{T}$	$1{,}05 \cdot 10^{-3}$	$Q_s = 0{,}010\ T^{1-1{,}05\cdot 10^{-3}T}$
4	20% Humă+1% C.M.C.	0,835	150	$\frac{1-n}{T}$	$1.10 \cdot 10^{-3}$	$Q_s = 0{,}0061\ T^{1-1{,}1\cdot 10^{-3}T}$
5	20% Humă + 1% Fe, Cr	0,715	150	$\frac{1-n}{T}$	$1{,}90 \cdot 10^{-3}$	$Q_s = 0{,}0154\ T^{1-1{,}9\cdot 10^{-3}T}$
6	20% Humă + 1% Amidon	0,752	150	$\frac{2{,}3}{T} \log \frac{1}{n}$	$1{,}92 \cdot 10^{-3}$	$Q_s = 0{,}0115\ T^{e^{-1{,}92\cdot 10^{-3}T}}$

Valorile lui n rezultate din această tabelă sînt redate grafic în figura 4. Folosind mai de-

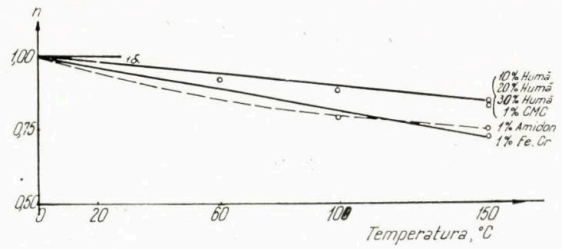


Fig. 4. Diagrama exponentului n în funcție de temperatură $n = n\ (T)$.

parte aceste date se calculează în continuare valorile α conform relațiilor (15) și (16) pentru fiecare noroi analizat și redat în tabela 5.

Concluzii

Din studiul făcut în cele de față se constată următoarele :

1. Influența temperaturii asupra cantității de filtrat este apreciabilă și crește continuu tinzînd către o valoare constantă.

2. Cauzele care determină această creștere sînt complexe și pot fi explicate, după părerea autorului, după cum urmează :

a) scăderea viscozității filtratului ;

b) scăderea tensiunii superficiale a filtratului datorită creșterii temperaturii și reducerea absorbției ;

c) micșorarea peliculei aderente a filtratului față de suprafața fazei solide și, deci, o creștere a cantității libere de filtrat ;

d) floculareа pe cale mecanică a micelelor datorită agitației termice sporite date de creșterea temperaturii ;

e. diminuarea potențialului electric a micelei datorat efectului de temperatură ce are ca efect reducerea capacității de respingere a acestora între ele și ușurarea procesului de floculare.

3. Ecuația (14) determinată în cadrul acestei lucrări este un caz particular al ecuației (13) și are valabilitate numai în prima parte cînd $1 - \alpha T > 0$.

BIBLIOGRAFIE

1. Rogers, W.F. Compoziția și proprietățile fluidelor de foraj. Ed. tehnică 1969, București, (traducere din l. engleză).
2. Dumici, I. și colab. Fluide de foraj. Ed. tehnică 1960, București.

Mărimea cantităţii de căldură conţinută de fluidele extrase prin sondele de extracţie, într-un proces experimental de injecţie continuă de abur

Al. Turtă şi H. Dumitrescu

Injecţia continuă de abur este un proces termic care duce la adîncirea extracţiei — mărirea factorului de recuperare — prin încălzirea fluidelor din zăcămînt şi crearea în acest fel a unui raport mai favorabil pentru mobilităţile apă — ţiţei.

Căldura furnizată de generatorul de abur este folosită atît pentru încălzirea stratului productiv (pierdere de căldură productivă), cît şi pentru încălzirea stratelor adiacente stratului productiv, precum şi a stratelor traversate de sonda de injecţie şi a mediului traversat de conductele de transport al aburului (pierderi de căldură neproductive). Dintre pierderile de căldură neproductive, ponderea cea mai mare o are pierderea de căldură în stratele adiacente, care se calculează bazat pe modele matematice ce admit o serie de ipoteze simplificatoare [6, 7, 8, 9, 10]. Dintre acestea, ipotezele strat omogen şi izotrop şi dislocuire de tip piston, îndepărtează cel mai mult situaţia reală de situaţia idealizată. Modelele matematice fac abstracţie de existenţa sondelor de reacţie prin care o dată cu ţiţeiul extras se extrage o mare cantitate de apă caldă, care conţine o cantitate substanţială de căldură. Această căldură constituie o pierdere de căldură neproductivă întrucît nu mai poate contribui la încălzirea ţiţeiului din zăcămînt.

Aplicarea rezultatelor teoretice şi de laborator la condiţiile concrete întîlnite în şantier trebuie făcută cu multă atenţie. Existenţa heterogenităţilor face ca pierderile reale de căldură să difere, atît de cele calculate teoretic cît şi de cele înregistrate în experimentele de laborator pe modele nedimensionale. Pentru a putea fi simulate pierderile reale de căldură, experimentele trebuie efectuate pe modele dimensionale luîndu-se în consideraţie atît mecanismul recuperării, cît şi caracteristicile geologo-fizice ale zăcămîntului [3,4].

Această ultimă cerinţă, la dezvoltarea actuală a tehnicii nu poate fi îndeplinită şi de aceea s-a recurs la analizarea unui caz practic de injecţie de abur obţinîndu-se unele informaţii de ordin practic în legătură cu mărimea pierderilor de căldură prin fluidele extrase.

În una din lucrările prezentate la Congresul al VII-lea al petrolului [1], s-a arătat că la debitele de extracţie care se practică în şantiere, o fracţiune importantă din căldură introdusă în stratul productiv se pierde o dată cu cantităţile mari de apă caldă produse împreună cu ţiţeiul şi cunoaşterea mărimii acestei fracţiuni ar crea posibilitatea de optimizare a procesului prin reglarea debitului de injecţie, astfel ca, ţinînd seama de anatomia zăcămîntului să se realizeze minimizarea pierderilor de căldură neproductive.

Lucrarea de faţă este un prim pas spre umplerea unui gol din literatura de specialitate întrucît toate publicaţiile relative la injecţia continuă de abur sînt de natură teoretică (construcţii de modele matematice), iar cele cîteva lucrări de natură practică se referă la valorile factorilor de recuperare obţinuţi şi nu la pierderile reale de căldură [2].

Evoluţia procesului de injecţie de abur

Zăcămîntul în care s-a făcut injecţia de abur aparţine Panonianului şi se află la o adîncime de circa 40 m. Stratul productiv este format din nisip murdar neconsoliat, stratul adiacent superior din marnă, iar stratul adiacent inferior este un cristalin compact.

Panoul experimental avea o suprafaţă de 0,5 ha şi era un panou în cinci puncte inversat, fiind format din patru sonde de reacţie (R_1, R_2, R_3 şi R_4) situate în colţurile unui pătrat şi o sondă de injecţie în centru; mai existau două sonde de observaţie (R_3' şi R_1') situate la 15 respectiv la 30 m de sonda de injecţie pe diagonala sondelor $R_1 - R_3$. Panoul se află în partea de sus a structurii, care coboară de la sud spre nord. Amplasarea sondelor din panoul experimental, precum şi aşezarea celorlalte sonde înconjurătoare este redată în figura 1.

Datele principale ale zăcămîntului sînt:

— grosimea stratului productiv — 16 m;
— porozitatea medie — 32%;
— permeabilitatea absolută, medie — 1700 mD;
— saturaţia în ţiţei — 85%;
— saturaţia în apă — 15%;
— viscozitatea ţiţeiului la temperatura zăcămîntului — 2000 cP.
— densitatea ţiţeiului — 960 kg/m²;
— căldura specifică a ţiţeiului — 0,5 kcal/kg °C;
— temperatura de zăcămînt — 17°C;
— presiunea de zăcămînt — 5 at.

S-a injectat abur cu titlul 0,80 la presiune de circa 6 at și temperatura de 160°C.

Injecția de abur a început la 28 noiembrie 1963, cu un debit de 45 t abur/zi. Încă din primele zile s-a observat că aburul se dirija

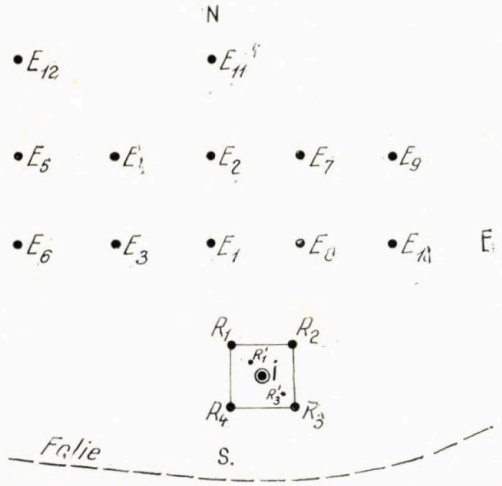


Fig. 1. Amplasamentul panoului de injecție.

spre sonda de reacție R_1 din nord-vestul panoului, în josul structurii, prezența lui fiind semnalată în sondele E_1 și E_2. După ce s-au închis cîteva sonde din afara panoului, către care se producea canalizarea, debitul de fluid produs de panou a crescut foarte repede. Începînd din luna august 1964 debitul injecției de abur s-a mărit la 78 t abur/zi; cu acest debit s-a mers pînă în august 1965 cînd debitul s-a redus la 61 t abur /zi.

Procesul de injecție de abur a durat 696 de zile, în această perioadă injectîndu-se 43 308 t abur sau, în medie, 62 t abur/zi, reprezentînd un debit de căldură de 1 750 000 kcal/oră.

Cantitatea totală de căldură injectată în zăcămînt pe toată durata procesului a fost de 28 518 318 000 kcal. Variația debitului de țiței, a debitului de lichid total, a temperaturii fluidului extras și a procentului de impurități, pentru sondele R_1, R_2, R_3 și R_4 sînt redate în figurile 2, 3, 4, și 5.

Prima sondă care a reacționat la injecția de abur a fost sonda R_1; după numai nouă zile de injecție, fluidul produs de aceasta avea temperatura de 69°C. Următoarea sondă care a reacționat a fost sonda R_4; aceasta a reacționat după patru luni, cînd debitul de lichid s-a mărit brusc de la 2 m³/zi la 21 m³/zi, iar temperatura fluidului era de 100°C. Debitul sondei a crescut continuu, temperatura atingînd valoarea maximă de 130°C.

Sonda R_3 a avut o evoluție diferită de a sondelor R_1 și R_4. Spre deosebire de aceste două sonde, unde debitul a crescut brusc, la această sondă debitul a crescut treptat de la 3 m³/zi în luna mai 1964 pînă la 30 m³ la sfîrșitul lunii noiembrie 1964, iar temperatura s-a mărit de la 17 la 126°C. Sonda R_2 este situată într-o zonă cu permeabilitate mică și nu a reacționat la injecția de abur timp de

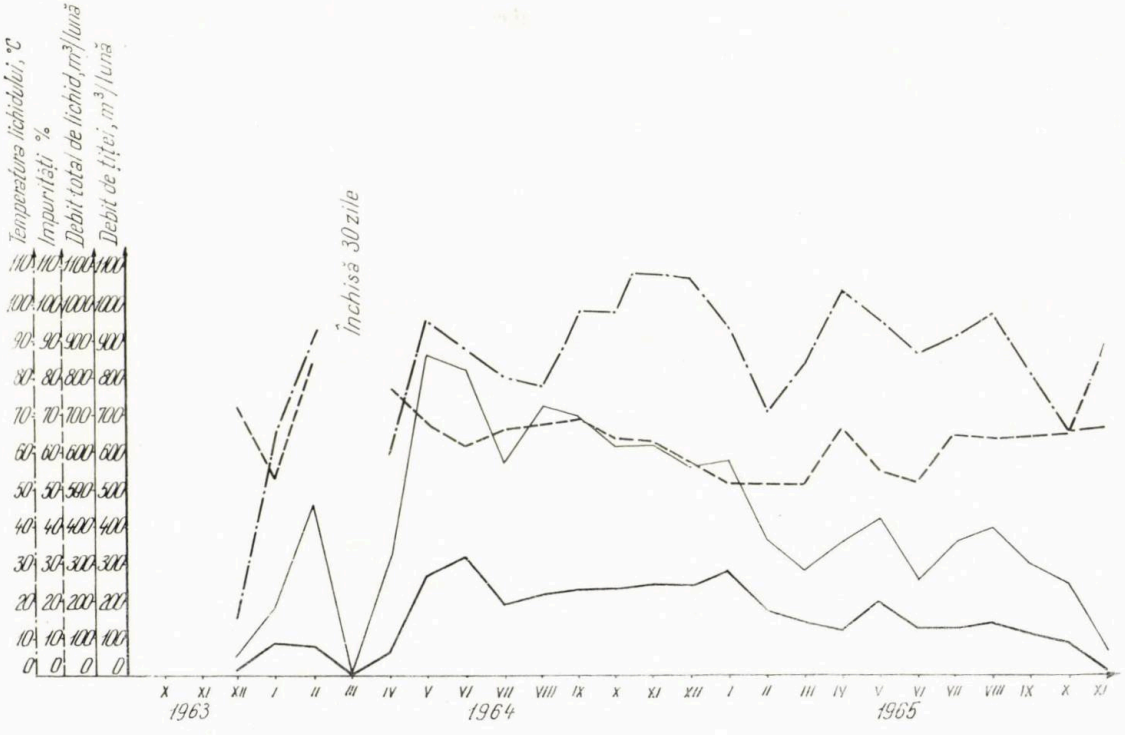


Fig. 2. Panoul de spălare cu abur. Variația debitului de țiței, a debitului de lichid total, a temperaturii și a procentului de impurități la sonda R_1.

13 luni. În acest interval de timp, debitul de fluid al sondei a variat între 1 — 3 m³/zi.

Dintre sondele din afara panoului, prima sondă care a reacţionat la 45 de zile de la începerea injecţiei a fost sonda E_1, situată la 155 m de sonda de injecţie. Sonda producea 13 m³/zi; datorită însă încălzirii stratului, debitul de lichid s-a mărit la 30 m³/zi, temperatura fluidului atingînd 65°C, mai tîrziu debitul a atins 34 m³/zi, iar temperatura 71°C.

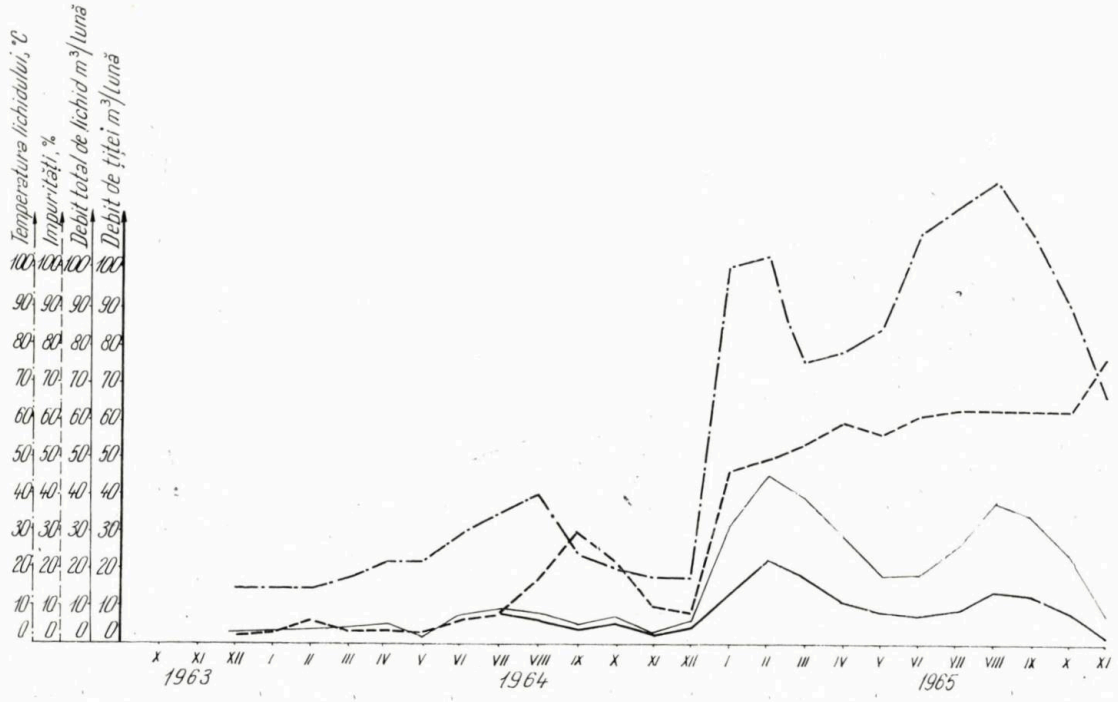


Fig. 3. Panoul de spălare cu abur. Variaţia debitului de ţiţei, a debitului de lichid total, a temperaturii şi a procentului de impurităţi la sonda R_2.

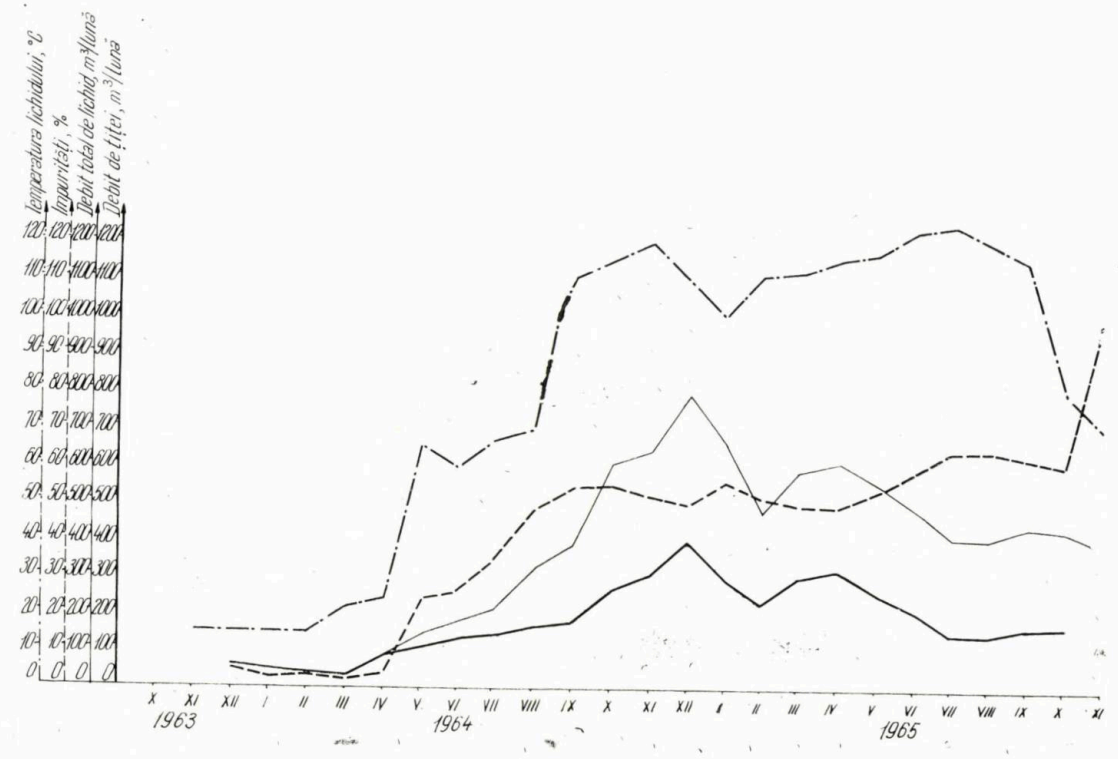


Fig. 4. Panoul de spălare cu abur. Variaţia debitului de ţiţei, a debitului de lichid total, a temperaturii şi a procentului de impurităţi la sonda R_3.

Sonda E_2, situată la 100 m spre nord de sonda E_1, a reacționat după 2 luni; debitul sondei s-a mărit inițial de la 9 la 11 m³/zi fără creștere de temperatură; mai tîrziu s-a observat și o creștere de temperatură. A treia sondă care și-a mărit debitul sub influența injecției a fost sonda E_3, care la 16 martie 1964 și-a mărit debitul de la 23 la 29 m³/zi, iar procentul de apă de la 10 la 22%. Cînd cele trei sonde din afara panoului au fost închise în mai 1964, intervalului în care a avut loc procesul, iar la sonda R_3 a crescut lent, stabilizîndu-se la circa 115°C. Alte cîteva date importante, caracteristice pentru procesul de injecție de abur, sînt:

— procentul mediu de impurități — 55%.

— echivalentul de lichid injectat în cursul procesului — 2 volume de pori.

— factorul de recuperare — 81% datorită intrării țițeiului din afară în panou;

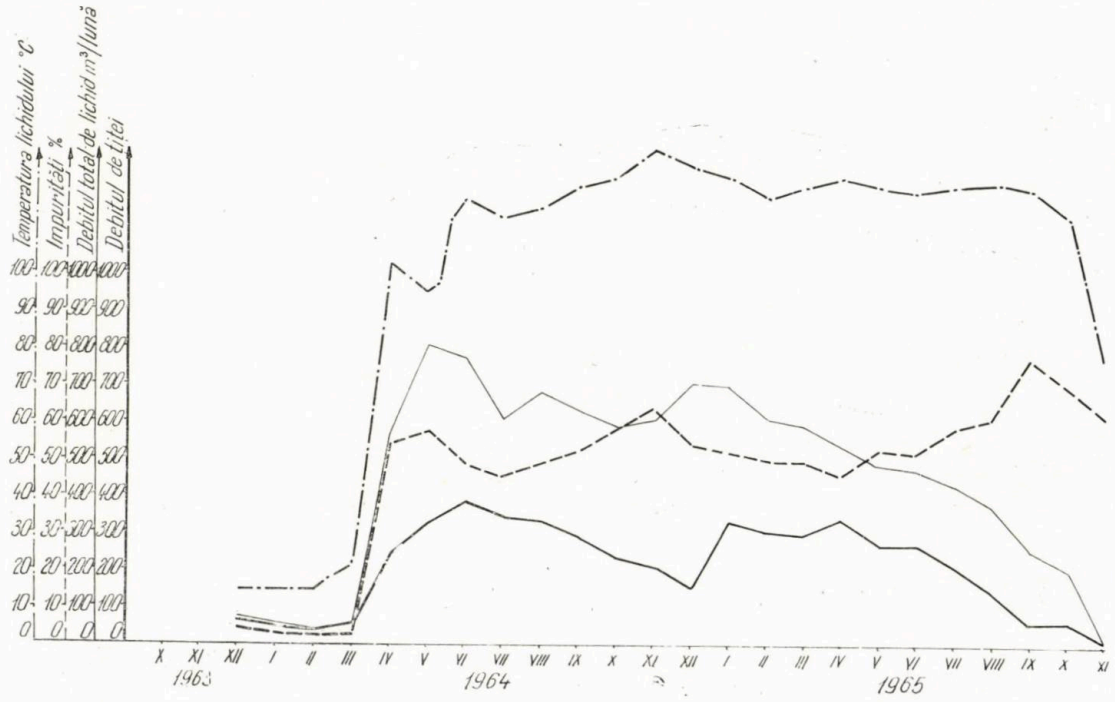


Fig. 5. Panoul de spălare cu abur. Variația debitului de țiței, a debitului de lichid total, a temperaturii și a procentului de impurități la sonda R_4.

aburul injectat a rămas în panou. La deschiderea lor, în iunie 1965, nu s-a observat nici o influență a aburului, această influență fiind observată abia în luna octombrie 1965, cînd s-a constatat o creștere pronunțată a procentului de apă în lichidul extras din sonda E_1. După numai 9 zile de la inițierea injecției de abur, temperatura de fund în sonda de observație R_1' era de 102°C, iar după 19 zile, s-a ridicat la 122°C, stabilizîndu-se mai tîrziu la circa 140°C. Temperatura din sonda de observație R_3' a rămas la temperatura zăcămîntului timp de trei luni. De menționat că temperatura din sondele de producție s-a considerat egală cu temperatura fluidului extras, întrucît adîncimea sondelor era foarte mică. Cea mai mare temperatură care s-a înregistrat în sondele de reacție a fost de 137°C, această temperatură fiind înregistrată în sonda R_4 în luna octombrie 1964. Sonda R_2 a avut o temperatură ridicată numai în a doua jumătate a

— rația abur—țiței — 2,9 t abur/m³ țiței recuperat.

În cursul procesului nu s-a realizat un bilanț perfect între fluidul injectat și cel extras, iar producția de țiței nu s-a distribuit în mod egal pe sondele de reacție ale panoului. Astfel, sonda R_4 a produs 43,48%, sonda R_3 — 27, 28%, sonda R_1 — 24,25% și sonda R_2 — 13, 63% din producția întregului panou.

Calculul pierderilor de căldură prin fluidele extrase

Cantitatea de căldură conținută de fluidele extrase printr-o anumită sondă de producție, într-un interval de timp t, se calculează cu formula:

$$\Delta Q = \rho_t C_t \int_0^t T.V_t\, dt + \rho_a.C_a \int_0^t T.V_a\, dt \qquad (1)$$

unde :

t este timpul ;
T — temperatura fluidelor extrase, °C ;
V_t și V_a — debite volumetrice de țiței și apă, m³/lună ;
ρ_t și ρ_a — densitățile țițeiului și apei, kg/m³ ;
C_t și C_a căldurile specifice ale țițeiului și apei, kcal/kg°C.
$\rho_t = 960$ kg/m³ ;
$\rho_a = 1\,000$ kg/m³
$C_t = 0{,}5$ kcal/kg °C și
$C_a = 1$ kcal/kg °C.

Întrucît mărimile T, V_t și V_a nu sînt funcții analitice de timp, integrarea nu se poate face pe cale analitică și de aceea s-a recurs la integrarea grafică prin metoda dreptunghiurilor, bazat pe variația reală a celor trei mărimi, așa cum este arătată în figurile 2, 3, 4 și 5.

În scopul integrării grafice, formula (1) se va scrie astfel :

$$\Delta Q = \rho_t . C_t \sum_{j=1}^{24} T_j V_{tj} + \rho_a . C_a \sum_{j=1}^{24} T_j V_{aj} \qquad (2)$$

În formula de mai sus, T_j, V_t și V_{aj} sînt temperatura medie lunară și debitele volumetrice lunare de țiței și apă, corespunzătoare lunii j.

Înlocuind ρ_t, C_t C_a și ρ_a prin valorile lor, se obține :

$$\Delta Q = 480 \sum_{j=1}^{24} T_j V_{tj} + 1\,000 \sum_{j=1}^{24} T_j V_{aj} \qquad (3)$$

Bazat pe variația lunară a debitului de țiței, a debitului de apă și a temperaturii medii lunare (figurile 2, 3, 4 și 5) — folosind formula 3 — s-a efectuat integrarea grafică pentru aflarea cantităților de căldură externe prin fluidele produse de sondele panoului ; rezultatele sînt redate în tabela 1.

Din tabela 1 rezultă că pierderile de căldură prin fluidele produse de sondele de reacție ale panoului experimental au fost de 2 689 639 057 kcal din care 1 956 681 900 kcal au fost conținute de apa caldă extrasă o dată cu țițeiul iar 732 957 157 kcal au fost conținute de țițeiul cald.

În ceea ce privește sondele de producție din afara panoului, au fost influențate sensibil — din punct de vedere termic — doar sondele E_1 și E_2 care au produs sub influența injecției de abur circa 4 luni. Evoluția debitelor lunare de țiței și apă, precum și a temperaturii medii lunare a fluidelor extrase, este redată în tabela 2.

Cantitatea de căldură conținută în fluidele extrase prin sondele E_1 și E_2 — calculată la fel ca pentru sondele de reacție — este de 136 600 000 kcal din care 81 159 600 kcal conținută în țiței și 54 840 400 kcal conținută în apa caldă extrasă împreună cu țițeiul.

Cantitatea totală de căldură conținută în fluidele extrase prin sondele panoului și sondele din afara panoului, aflate sub influența injecției (E_1 și E_2) este de 2 826 239 057 kcal.

De remarcat că această cantitate este mai mică decît cea reală, întrucît s-a neglijat căldura înmagazinată în apa produsă de către

TABELA 1

Sonda	Producția totală de țiței, m³	Producția totală de apă, m³	Cantitatea de căldură conținută de țiței (kcal) $480 \sum_{j=1}^{24} T_j V_{tj}$	Cantitatea de căldură conținută de apă (cal) $1\,000 \sum_{j=1}^{24} T_j V_{aj}$	Cantitatea de căldură extrasă prin fluidele produse ΔQ kcal	$\frac{\Delta Q \times 100}{28\,518\,318\,000}$ %
R_1	3 741,1	6 341,1	160 376 000	568 600 000	728 976 000	2,55 %
R_2	2 104,0	2 020,7	76 282 315	195 512 000	271 794 315	0,95 %
R_3	4 208,8	4 480,0	200 911 842	485 389 300	686 301 142	2,40 %
R_4	5 375,5	5 917,3	295 387 000	707 180 600	1 002 567 600	3,50 %
Toate sondele	15 430	18 759	732 957 157	1 956 681 900	2 689 639 057	9,40 %

TABELA 2

Luna \ Sonda	E_1			E_2		
	Țiței extras, m³	Apă extrasă, m³	Temperatura fluidelor, °C	Țiței extras, m³	Apă extrasă, m³	Temperatura fluidelor, °C
Ianuarie 1954	391,4	33,2	60	—	—	—
Februarie 1964	738,0	50,8	62	237,0	128,5	32
Martie 1964	688,9	48,5	72	259,4	204,8	40
Aprilie 1964	368,0	22,2	67	202,8	190,0	39
Total	2 186,3	154,7	—	699,2	523,3	—

sondele de reacție sub formă de abur; acest abur nu a putut fi măsurat datorită faptului că rezervoarele de depozitare au fost deschise, iar aburul s-a pierdut în atmosferă.

Cantitatea totală de căldură pierdută prin fluidele extrase atît de sondele de reacție, cît și de sondele influențate (2 826 239 000 kcal) reprezintă un procent de 9,9% din cantitatea de căldură furnizată de generatorul de abur (28 518 318 000 kcal). Din acest procent, 9,4% reprezintă cantitatea de căldură pierdută prin fluidele extrase din sondele influențate din exteriorul panoului.

Cantitatea de căldură conținută de apa caldă extrasă, atît prin sondele panoului, cît și prin cele influențate, reprezintă un procent de 7% din căldura furnizată de generator; 6,8% fiind procentul de căldură conținută de apa caldă extrasă prin sondele de reacție ale panoului.

Pentru a afla cantitatea de căldură conținută de fluidele extrase și care a fost destinată schimbului cu stratul productiv și stratele adiacente, trebuie ținut seama că temperatura stratului este de 17°C și, deci, diferența de temperatură a fluidelor calde este (T—17).

Cantitățile totale de țiței și apă extrase sub influența injecției de abur au fost de 18 315 m³ și, respectiv, 19 437 m³.

Cantitatea de căldură înmagazinată de totalul de fluide (țiței și apă) atunci cînd se află la 17°C, se calculează tot cu formula (3)

$$\Delta Q_{17} = \Delta Q_{f17} + \Delta Q_{a17} = 480 \times 17 \times 18\,315 + 1\,000 \times 17 \times 19\,437 = 149\,450\,000 + 330\,429\,000 = 479\,879\,000 \text{ kcal}$$

Cunoscînd cele menționate, se poate afla cantitatea de căldură conținută de fluidele extrase și netransferată stratului productiv sau stratelor adiacente.

$$\Delta Q_{netransferat} = 2\,826\,240\,000 - 479\,879\,000 = 2\,346\,361\,000 \text{ kcal.}$$

Această cantitate de căldură netransferată reprezintă 8,2% din cantitatea de căldură furnizată de generatorul de abur; cantitatea de căldură pierdută prin apa caldă extrasă este de 1 688 093 000 kcal și reprezintă 6% din căldura furnizată de generator, iar cantitatea de căldură conținută de țițeiul extras este de 664 666 757 kcal și reprezintă 2,2% din căldura furnizată de generator.

Concluzii

1. Cantitatea de căldură conținută de fluidele extrase prin sondele de reacție ale unui panou de 0,5 ha și prin sondele de producție din exteriorul panoului, care au fost sub influența injecției de abur, a fost de 9,9% din cantitatea de căldură furnizată de generatorul de abur, pierderile de căldură prin apa caldă extrasă o dată cu țițeiul reprezentînd 7% din căldura furnizată de generator.

2. Cantitatea de căldură conținută de fluidele extrase, destinată schimbului de căldură cu stratul productiv și stratele adiacente, dar netransferată acestora, reprezintă 8,2% din căldura furnizată de generator, din care 6% reprezintă pierderile de căldură prin apa caldă extrasă. Cu cît temperatura zăcămîntului este mai mare, cu atît cele două procente calculate sînt mai mici.

3. Procentele calculate sînt specifice caracteristicilor geologo-fizice ale zăcămîntului prezentat.

4. Calculul cantității de căldură conținută de fluidele extrase prin sondele de producție creează posibilitatea optimizării procesului de injecție, astfel ca, ținînd seama de anatomia zăcămîntului, să se realizeze minimizarea pierderilor de căldură neproductive.

5. Pentru zăcămîntul analizat, pierderile de căldură prin apa caldă extrasă o dată cu țițeiul au fost mult mai mari decît pierderile din conductele aeriene (0,9%) și cele din stratele traversate de sonda de injecție (0,41%) [12]. Pierderile de căldură prin apa caldă extrasă sînt comparabile ca mărime cu pierderile în stratele traversate de sonda de injecție pentru sonde cu adîncime de pînă la 300—400m, pierderi cărora li s-a acordat o mare atenție în literatura de specialitate [13].

BIBLIOGRAFIE

1. Dietz, D.N. ,,Hot-Water Drive''. Congresul VII al Petrolului. Mexico — 3, 1967.
2. Ramey, H.J. ,,A current review of oil recovery by steam injection''. Congresul VII al Petrolului; Mexico, 3, 1967.
3. Craig, F.F. ,,Application of Laboratory Fluid Flow Experiments to Field Operation''. Congresul VII al Petrolului, Mexico, 3, 1967.
4. Blackwell, R. jr., and Kounce, K.T., ,,Laboratory Model studies: utility and limitations in predicting reservoir performance''. Congresul VII al Petrolului, Mexico, 3, 1967.
5. Dumitrescu, H. Experimentarea procesului de spălare cu abur la Suplacu de Barcău. Tema ICFE 6/1965.
6. Ramey, H.J., ,,Cum se calculează transmiterea căldurii în injecția de fluide calde''. Noutăți în petrol și chimie, seria foraj-extracție, iunie 1965.
7. Lauwerier, H.A. The transport of heat in an oil layer caused by the injection of hot fluid''. Applied Science Research, sec. A, 1955.
8. Marx, J.W. și Langenheim H.M., ,,Reservoir heating by hot fluid injection''. P.M. noiemb. 1966.
9. Rubinstein, L.I. — În: Neft i Gaz nr. 9, 1959.
10. Farouq, Ali S.M. ,,Heat loss to the adjacent formations'' Pr. Monthly mai 1966.
11. Baker, P.E. ,,Heat wave propagation and losses in thermal oil recovery processes''. Congresul VII al Petrolului, Mexico, 3, 1967.
12. Turtă, Al. Pierderile reale de căldură în procesul injecției de abur în zăcămînt. Asupra unor posibilități de control al procesului (lucrare nepublicată).
13. Huygen, H. and Huitt, J.L., Welbore heat losses and casing temperatures during steam injection''. Pr. Monthly, august, 1966.

Obţinerea uleiului şi a parafinei din petrolatum

Georgeta Lazăr

La deparafinarea cu solvenţi a uleiurilor reziduale, rafinate selectiv pentru obţinerea uleiurilor de calitate superioară, se obţine ca produs secundar o cantitate însemnată de petrolatum, care reprezintă un amestec de parafină, cerezine şi ulei mineral cu o viscozitate mare.

Acesta este folosit la fabricarea cerezinei şi a vaselinei farmaceutice, sau ca materie primă pentru instalaţia de reducere a viscozităţii.

Cerinţele mari de parafină, care în prezent se obţine din ţiţeiuri parafinoase, au impus cercetarea unor noi surse de materie primă pentru fabricarea parafinelor; o sursă importantă o constituie şi petrolatumul.

Prin prelucrarea petrolatumului în condiţii optime determinate, printr-un proces termic destructiv, se obţine transformarea hidrocarburilor solide cu cristale mici ce au structură „izo" în hidrocarburi parafinice normale.

În lucrarea de faţă sînt redate rezultatele obţinute în laborator asupra unui petrolatum provenit de la o instalaţie de deparafinare cu solvenţi, în scopul obţinerii de ulei şi parafină comercială.

Petrolatumul rezultat la deparafinarea cu solvenţi a uleiului rezidual a fost supus unei prelucrări termice distructive în laborator, într-o aparatură cunoscută de distilare în vid, compusă din balon Cleisen, refrigerent, exicator cu fiole de colectare legat la o pompă de vid, cu posibilitatea reglării fluxului de aer secundar.

Prin încercările efectuate în laborator s-au stabilit condiţiile optime de lucru pentru obţinerea unui distilat parafinos total, care, prelucrat pe fluxul normal al instalaţiilor de fabricare a uleiurilor, să ducă la randamente maxime de parafină şi ulei.

Descompunerea termică destructivă s-a efectuat pe trei probe diferite de petrolatum în condiţii diferite de lucru, obţinîndu-se o fracţiune larg distilată cu un randament de 75—80%, un distilat uşor şi un reziduu.

Condiţiile de lucru au fost, în general, blînde, distilarea efectuîndu-se în vid şi la presiune atmosferică, iar durata distilării a fost cuprinsă între 2 şi 4 ore.

Prin distilare s-au obţinut 5 fracţiuni, care în final au fost amestecate alcătuind un distilat parafinos total, un distilat uşor ce nu a putut fi colectat şi un reziduu.

Fracţiunea de distilare totală a fost analizată şi prelucrată în două variante : în prima variantă s-a urmărit obţinerea parafinei brute prin dezuleierea directă a fracţiunii larg distilată, iar în a doua variantă, prelucrarea acestei fracţiuni distilate pentru obţinerea de uleiuri şi parafine, aplicînd fluxul tehnologic obişnuit al instalaţiilor de fabricare a uleiurilor.

În tabela 1 se prezintă încercările efectuate pe cele trei probe de petrolatum, condiţiile de lucru, randamente, analiza fracţiunii de distilare totală, precum şi analiza parafinei obţinută prin dezuleiere.

Probele 1 şi 2 reprezintă petrolatum obţinut prin deparafinarea uleiului rezidual cu ulei secundar, iar proba 3, petrolatum obţinut prin deparafinarea uleiului rezidual ca atare.

Din tabela 1 reiese că, în condiţii diferite de lucru, se obţine o fracţiune larg distilată cu viscozitatea la 100°C între 1,13 şi 1,40°E, culoare union între 5 şi 6 şi punctul de topire între 35 şi 49,5°C, care supusă dezuleierii cu solvenţi duce la parafina brută cu punctul de topire între 58 şi 64°C şi randament de 7—18%.

În tabela 2, se prezintă analiza fracţiunilor distilate şi a reziduului, obţinute în diferite condiţii de lucru. Se observă că în structura petrolatumului au loc schimbări, şi anume punctul de topire la petrolatum ca atare este 64—66°C, la fracţiunile distilate este 35—49°C, iar la reziduu este 37—58°C.

În varianta a doua, cînd s-a urmărit obţinerea de ulei şi parafină, procesul tehnologic aplicat în laborator a fost cel obişnuit în instalaţiile de fabricare a uleiurilor, şi anume: fracţiunea larg distilată obţinută la o presiune remanentă de 200 mm col. Hg şi durata distilării 2 ore, a fost supusă rafinării selective cu furfurol şi deparafinare cu solvenţi, obţinîndu-se 50% ulei deparafinat şi 50% gaci.

Uleiul deparafinat a fost supus contactării cu bentonită, obţinîndu-se un ulei cu caracteristicile arătate în tabela 3.

Gaciul cu punct de topire 54°C, obţinut prin deparafinare, s-a supus dezuleierii, obţinînd 31% parafină brută cu punct de topire 63°C şi ulei secundar cu punct de congelare de + 26°C

Rafinarea parafinei s-a făcut în amestec cu parafina brută de ulei mediu.

Prin procesul tehnologic aplicat în varianta a doua, s-a obţinut un ulei care se încadrează în grupa 400, iar parafina în tip A 58/62.

TABELA 1

Rezultatul încercărilor de laborator în condiții diferite de lucru

	Analiza materiei prime				Condiții de lucru		Intervalul de distilare	Randament, % gr.			Analiza fracțiunii larg distilate				Analiza parafinei dezuleiate		
	punct de topire, °C	n_D^{70}	viscozitatea °E/100°C	conținut ulei, %	presiunea remanentă, mm col Hg	durata distilării, ore		fracțiune larg distilată	reziduu	distilat ușor	viscozitatea °E/100°C	culoare Union	punct de topire, °C	n_D^{70}	% parafină	punct de topire, °C	n_D^{70}
Proba 1	65	1,4600	2,00	24,7	160	4	230—400	74,4	22,0	3,6	1,17	5—	38	1,4480	16	58	1,4381
Proba 2	64	1,4662	2,60	24,6	160	2	196—365	75,8	17,0	7,2	1,24	5—	44	1,4520	12	62	1,4421
					200	2	330—370	77,6	10,8	11,6	1,27	6	44	1,4535	16	63	1,4422
					300	2	343—392	68,5	19,4	12,1	1,40	5—	48	1,4542	16	64	1,4419
					200	3	305—324	84,1	6,4	9,5	1,20	5—	43	1,4509	17	61	1,4420
					500	2	315—356	76,9	11,2	11,9	1,19	5—	38	1,4511	16	58	1,4398
Proba 3	66	1,4671	2,89	18,0	200	2	321—366	80,3	10,8	8,9	1,32	6+	49,5	1,4581	16	66	1,4425
					200	4	294—339	80,4	12,4	7,2	1,27	5+	47	1,4550	18	64	1,4421
					300	2	264—348	76,0	15,2	8,8	1,27	6+	43	1,4561	15	64	1,4431
					500	2	294—360	80,4	6,4	13,2	1,17	6	39	1,4533	10	63	1,4410
					atmosferică	2	277—342	76,6	15,2	8,2	1,13	5—	35	1,4410	7	62	1,4384

TABELA 2

Analiza fracțiunilor și a reziduului obținut în diferite condiții de lucru

	Condiții de lucru		Fracțiunea distilată	Interval de distilare, °C	% gr.	Analia fracțiunilor		
	presiunea remanentă, mm col Hg	durata distilării, ore				n_D^{70}	culoare Union	punct de topire, °C
Proba 1	160	4	1	230—282	16,4	1,4406	2—	35
			2	—282	17,2	1,4434	2 ½	36
			3	—282	16,4	1,4439	3—	34
			4	—282	16,0	1,4459	4+	35
			5	—400	8,4	1,4570	8—	51
			reziduu	peste 400	22,0	—	peste 8	58
Proba 2	160	2	1	196—315	16,6	1,4479	3—	38
			2	—316	16,2	1,4474	3 ½	40
			3	—346	15,0	1,4539	5—	46
			4	—340	16,4	1,4551	5+	48
			5	—360	11,4	1,4560	8—	47
			reziduu	peste 360	17,0	—	peste 8	52
	200	2	1	330—338	14,8	1,4488	3	43
			2	—346	16,4	1,4548	4—	46
			3	—344	17,0	1,4518	4 ½	44
			4	—358	16,0	1,4561	7—	47
			5	—370	13,4	1,4570	8	46
			reziduu	peste 370	10,8	—	peste 8	43
	300	2	1	343—356	14,9	1,4489	2 ½	43
			2	—360	12,0	1,4541	3 ½	47
			3	—364	13,6	1,4561	4+	48
			4	—368	12,6	1,4570	5	47
			5	—392	15,4	1,4601	8—	51
			reziduu	peste 392	19,4	—	peste 8	48
	200	3	1	305—325	16,0	1,4473	2	41,5
			2	—326	18,6	1,4527	3	46
			3	—322	15,4	1,4510	4—	45
			4	—319	18,0	1,4520	4 ½	44
			5	—324	16,1	1,4525	5	42,5
			reziduu	peste 324	6,4	—	peste 8	50
	500	2	1	315—328	17,4	1,4430	2+	34
			2	—340	16,8	1,4479	4—	35,5
			3	—338	12,2	1,4509	4+	37,5
			4	—351	16,2	1,4534	5+	40
			5	—356	14,3	1,4561	8—	41
			reziduu	peste 356	11,2	—	peste 8	36
Proba 3	200	2	1	321—343	17,9	1,4500	3	46
			2	—343	17,4	1,4544	4	48
			3	—343	13,7	1,4569	5	50
			4	—358	16,1	1,4591	7+	51
			5	—366	15,2	1,4631	8	52
			reziduu	peste 366	12,8	—	peste 8	50
	200	4	1	294—314	17,6	1,4481	3	45
			2	—314	17,0	1,4580	4—	46,5
			3	—320	14,6	1,4541	4+	47
			4	—318	16,0	1,4559	5	48
			5	—339	15,2	1,4598	5+	50
			reziduu	peste 339	12,4	—	peste 8	45
	300	2	1	264—322	16,0	1,4450	3+	35
			2	—342	15,2	1,4545	4	37
			3	—344	13,2	1,4562	4 ½	45
			4	—348	15,2	1,4598	5+	47
			5	—350	16,4	1,4616	8—	48
			reziduu	peste 350	15,2	—	peste 8	50
	500	2	1	294—326	19,6	1,4452	3+	36
			2	—324	18,6	1,4513	4	38
			3	—326	15,4	1,4520	5	36,5
			4	—352	20,4	1,4590	7+	42
			5	—360	6,4	1,4640	8	44
			reziduu	peste 360	6,4	—	peste 8	37
	Presiunea atmosferică	2	1	277—321	16,0	1,4403	3+	33
			2	—322	15,8	1,4465	3 ½	34
			3	—323	13,6	1,4470	4—	35
			4	—326	15,6	1,4498	4 ½	34,5
			5	—342	15,6	1,4527	5+	34,5
			reziduu	peste 342	15,2	—	peste 8	37

TABELA 3

Analiza uleiului rezultat din fracțiunea distilată

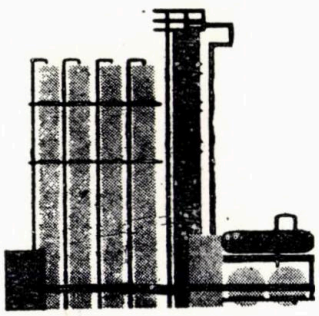
Caracteristici	
Viscozitatea la 50°C, °E	6,3
Cifra de cocs Conradson, %	0,11
Punct de congelare, °C	0
Cifra de iod, g iod/100	4
Culoare, Union	între 3 și 4
Indice de viscozitate Dean Davis	106

Această valorificare a petrolatumului este mult mai avantajoasă din punct de vedere economic, decît prelucrarea lui pe instalații de rupere de viscozitate.

Concluzii

Încercările efectuate în laborator au arătat că probe diferite de petrolatum, supuse descompunerii termice distructive blînde, la o presiune remanentă de 200—300 mm col. Hg, duc la o fracțiune distilată care prelucrată în condițiile obișnuite ale instalațiilor de fabricare a uleiului, duce la obținerea de ulei grupa 400, cu un indice de viscozitate superior și de parafină comercială.

Aplicarea acestui procedeu are importanță atît teoretică, cît și practică, ducînd la o valorificare superioară a petrolatumului.



Epurarea biologică a apelor reziduale din rafinării

E. Dacin

Epurarea biologică a apelor reziduale apare ca o necesitate atunci cînd substanţele chimice solubile ce impurifică apele de suprafaţă nu pot fi îndepărtate din acestea în condiţii economice favorabile prin alte procedee.

În acest articol sînt redate rezultatele obţinute pe aparatură de laborator, pentru apele reziduale ale unei rafinării cu profil mixt.

Aparatura folosită este prezentată schematic în figura 1.

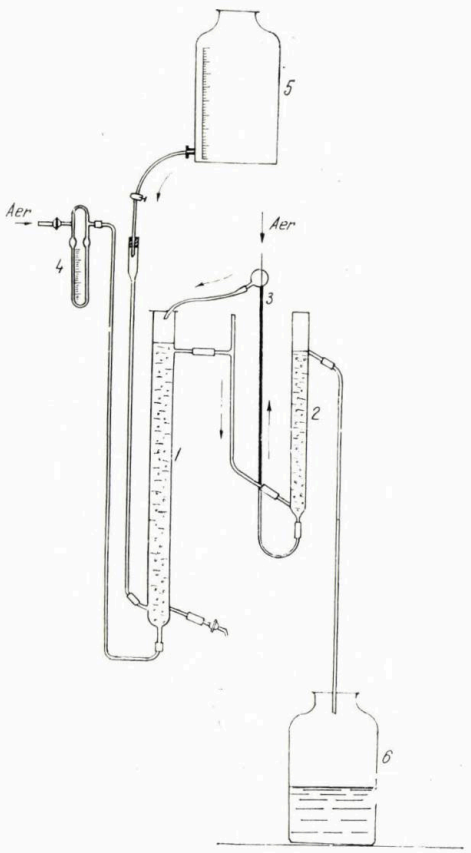


Fig. 1. Schema aparaturii pentru epurare biologică:
1 – aerotanc; *2* – decantor secundar; *3* – dispozitiv de recirculare a nămolului (aer-lift); *4* – flowmetru; *5* – vas de alimentare; *6* – vas de recepţie.

Nămolul activat folosit pentru experimentare a fost preparat în laborator din apă menajeră [2, 3, 6, 7].

Pentru epurarea biologică, apele uzate trebuie să îndeplinească [1, 2, 3, 5] condiţii, ca:

— să aibă *p*H cuprins între 6,5—8,5;

— concentraţia de substanţe organice exprimată în consum chimic de oxigen (C.C.O.) să nu depăşească 1 000 mg O_2/l;

— concentraţia maximă de produse petroliere să fie în jur de 50 mg/l;

— să conţină cantităţile necesare de fosfor şi azot pentru întreţinerea proceselor metabolice;

— să fie lipsită de ioni ai metalelor grele etc.

Apele reziduale ce conţin substanţe impurificatoare peste limite admisibile, trebuie purificate în prelalabil (prin tratare chimică, decantare etc.) sau diluate la concentraţii corespunzătoare cerinţelor menţionate.

Pentru apele reziduale supuse epurării biologice s-au urmărit caracteristici cum sînt:

— suspensii în aerator [8];

— indicele de nămol (raportul între volumul sedimentat, ml/l, şi greutatea suspensiilor uscate la 105°C, g/l; valorile uzuale sînt cuprinse între 50 şi 100 [2, 3, 4];

— conţinutul în produse petroliere [9];

— consumul chimic de oxigen [10];

— consumul biochimic de oxigen [11];

— oxigen dizolvat [11];

— vîrsta nămolului [3].

Apele reziduale supuse epurării au prezentat următoarele caracteristici:

— aspect opalescent;	
— *p*H	6,5—7,8;
— substanţe în suspensie, mg/l	55—230;
— consum chimic de oxigen (C.C.O), mg O_2/l	700—1 250;
— consum biochimic de oxigen (CBO_5), O_2/l	450—600;
— produse petroliere, mg/l	60—250;
— acizi organici (acizi naftanici), mg/l	15—45;
— compuşi fenolici, mg/l	0,5—1,2;
— acizi sulfonici, mg/l	8—15;
— compuşi cu sulf, mg S/l	0,9—6,8.

Se observă că apa reziduală studiată are reacţie aproape neutră şi un grad de impurificare moderat.

Întrucît apa reziduală a prezentat un conţinut de produse petroliere mai ridicat decît cel prescris pentru epurarea biologică, s-a aplicat o tratare chimică pentru a se încadra în condiţiile admisibile.

La experimentările de epurare biologică efectuate în laborator fără întrerupere 80 de zile, s-au deosebit şase faze în care s-au modificat următorii parametri de funcţionare:

— conţinutul de produse petroliere în apa de alimentare a instalaţiei;

— debitul de apă reziduală şi timpul de aerare;

— debitul de aer.

Rezultatele obţinute sînt arătate în tabela 1 şi în figurile 2 şi 3.

În prima fază a experimentării se face acomodarea nămolului activat cu apa reziduală ce urmează a fi epurată biologic.

Din punct de vedere biologic, această fază de experimentare a avut o mare importanţă deoarece:

a) S-au obţinut indicaţii asupra morfologiei flocoanelor de nămol. Astfel, s-a constatat că se formează un nămol deosebit de cel existent în aerotancurile care tratează alte tipuri de ape reziduale.

Acest nămol este dens, fiind constituit din flocoane mărunte (diametrul lor variază între 50—500μ) care înglobează în masa lor particule fine de produse petroliere. Un fenomen caracteristic este absenţa aproape completă din lichid a bacteriilor neasociate.

b) S-a ajuns la concluzia că, pornindu-se de la un nămol activ pe bază de apă menajeră, se pot selecţiona microorganisme capabile să descompună substanţele organice existente în apele reziduale de la rafinării.

c) S-a stabilit care sînt microorganismele care trăiesc în aceste ape reziduale. S-a constatat că nu se pot adapta decît puţine tipuri de microorganisme, ele întîlnindu-se, de obicei, într-un număr destul de redus de indivizi, ca de exemplu ciliate fixe (*Vorticella*, *Opercularia*), ciliate libere (*Colipodium Colpada*), suctori (*Podophrya fixa*).

Examenul microscopic efectuat în diferite faze ale cercetării a arătat o scădere a microorganismelor din nămolul activat, în fazele 4 şi 5. Microorganismele care se reduc sau dispar sînt mai ales ciliatele fixe (*Vorticella* şi *Opercularia*). Lipsa acestor organisme din compoziţia nămolului activat indică o epurare slabă [1, 3].

Condiţiile cele mai favorabile epurării biologice au fost obţinute în faza a doua a cercetărilor, cînd s-a format un nămol activat cu flocoane mărunte, al căror diametru variază între 50—500 μ, destul de dense şi a căror formă este aproape de cea sferică, fiind lipsite de ramificaţii, tipic apelor reziduale din rafinării [3].

Lipsesc bacteriile zoogleale şi cele filamentoase, iar cele neasociate se întîlnesc în număr redus. Fauna de protozoare este relativ redusă. Flagelatele se întîlnesc foarte rar. Ciliatele neasociate sînt în număr destul de mare, indivizii

TABELA 1

Rezultatele medii obţinute în laborator la experimentarea procesului de epurare biologică a apelor tratate cu $Al_2(SO_4)_3$ şi Fe SO_4

Specificaţii	Fazele experimentării																							
	$Al_2(SO_4)_3$	Fe SO_4	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$FeSO_4$
Condiţii de lucru																								
— Debit de apă reziduală, l/h	0,150	0,150	0,190	0,190	0,250	0,250	0,370	0,370	0,500	0,500	0,190	0,190												
— Debit de aer, Nl/l	48	48	37	37	28	28	18,5	18,5	10	10	20	20												
— Timp de aerare, h	10	10	8	8	6	6	4	4	2	2	8	8												
— Substanţe biogene introduse																								
— Fosfor, mg/l	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
— Azot, mg/l	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5												
— Temperatură ambiantă, °C	25—27	25—27	23—27	23—27	21—25	21—25	21—25	21—23	21—23	21—23	22—25	22—25												
Indicatorii de funcţionare																								
— Oxigen dizolvat, mg/l	6,3—5,5	6,4—5,6	5,5—4	5,1—4,2	5—4	5—3,8	4,1—3	4,2—3	4—3,1	3,1—4	3—3,1	3,1—3,7												
— Suspensii solide, mg/l	800—1300	846—1250	1300—1670	1250—1610	1670—1891	1610—1869	1869—2160	1869—2100	2160—2300	2100—2350	2300—2400	2350—2470												
— Indice de nămol	40—55	39—51	55—58	51—53	55—56	51—54	51—53	54—56	53—55	54—56	55—57	56—58												
— Vîrsta nămolului, zile	3—4	3—4	3—5	3—5	3—5	3—5	3—5	3—5	3—5	3—5	3—5	3—5												
Analiza apei supusă epurării																								
— Produse petroliere, mg/l	20—60	20—55	50—60	50—60	50—60	50—60	50—60	50—60	50—60	50—60	50—60	50—60												
— C.C.O., mg/l	200—740	200—491	360—512	355—561	376—568	367—517	380—524	391—521	363—512	397—513	370—515	356—509												
— C.B.O.$_5$, mg/l	64—301	78—156	115—160	109—120	137—230	121—176	137—188	142—183	108—178	197—180	118—169	113—175												
Analiza apei epurate																								
— Produse petroliere, mg/l	2—6	2—6	3—6	3—6	5—8	5—8	9—13	9—13	12—17	12—17	4—8	4—8												
— C.C.O., mg/l	100—295	89—186	102—170	101—172	136—195	147—195	160—203	163—215	162—230	170—230	120—201	125—218												
— C.B.O.$_5$, mg/l	17—50	24—39	15—36	16—35	25—50	30—46	36—55	41—52	30—51	35—52	20—40	49—41												

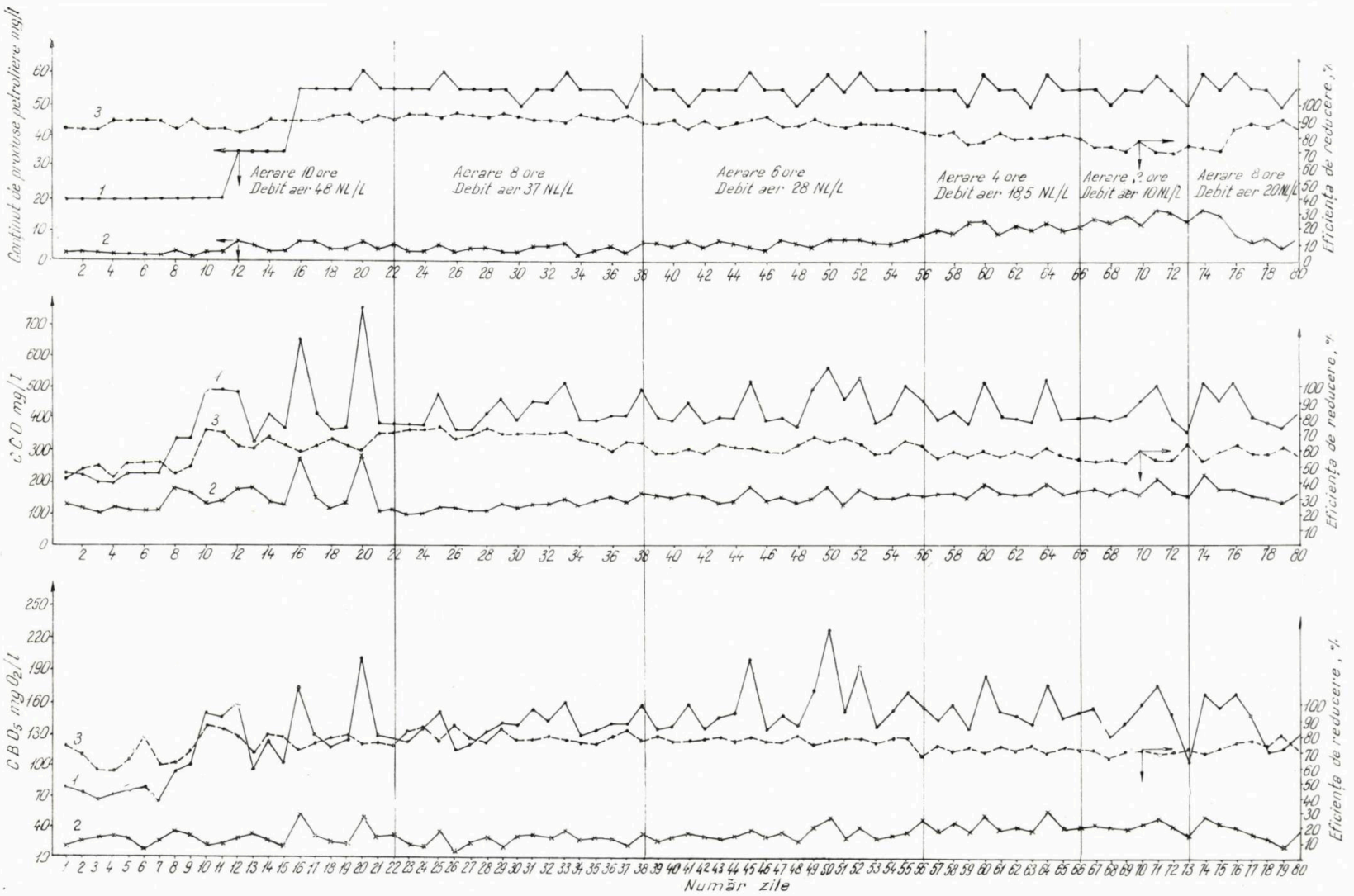


Fig. 2. Variația reducerii produselor petroliere, a C.C.O. și a $C.B.O_5$ la epurarea biologică a apelor reziduale tratate cu sulfat de aluminiu:
1 – intrare; *2* – ieșire; *3* – eficiența de reducere, %.

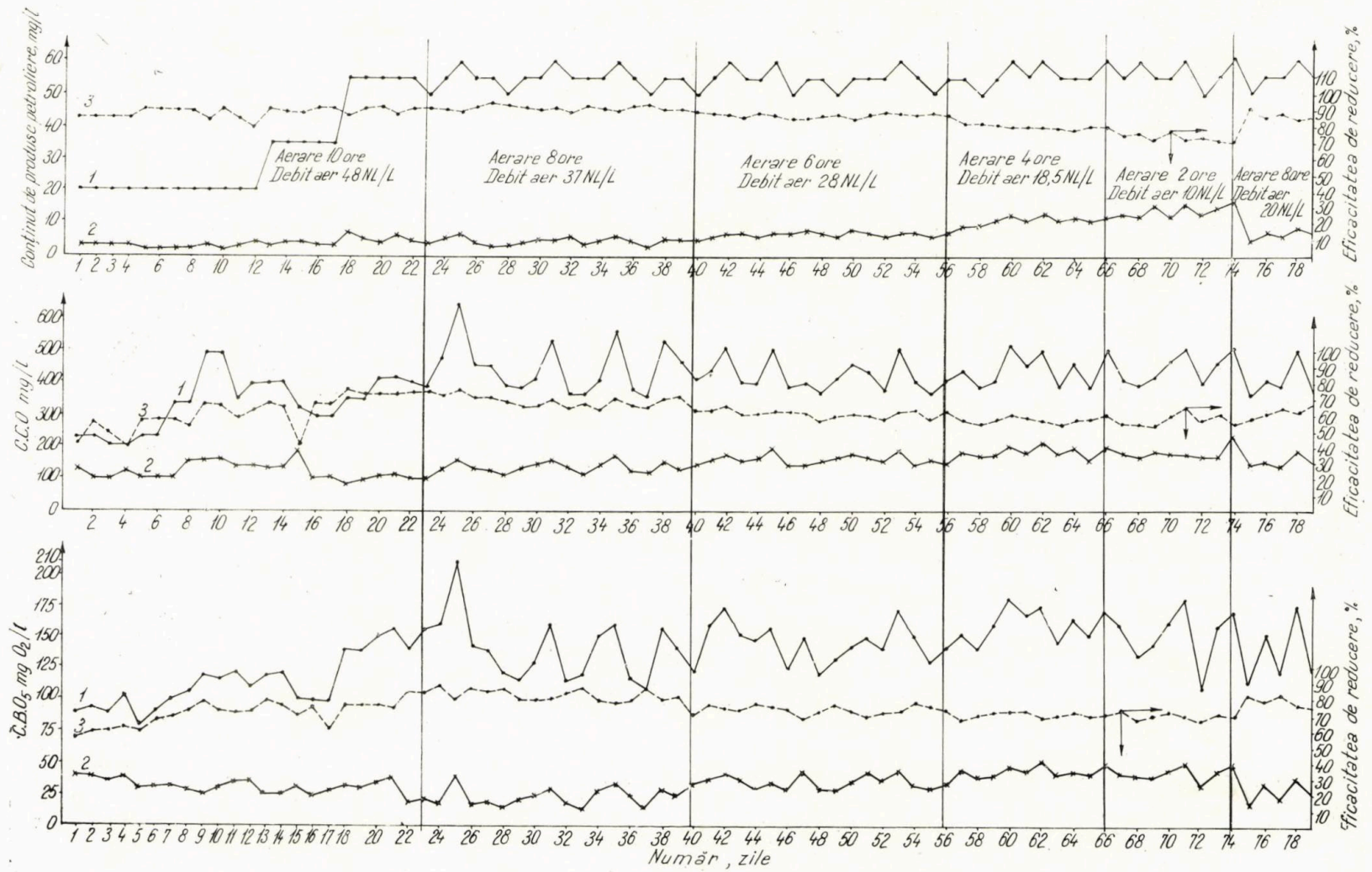


Fig. 3. Variația reducerii produselor petroliere, C.C.O. și a $C.B.O_5$ la apele reziduale tratate cu sulfat feros:
1 – intrare; *2* – ieșire; *3* – eficiența de reducere, %.

a *b* *c*

Fig. 4. Aspectul nămolului activat.

fiind foarte vioi, mișcîndu-se cu viteză prin lichid; se întîlnesc și ciliate fixe (*Vorticella*, *Opercularia*). Prezența ciliatelor indică faptul că epurarea are loc cu o eficacitate ridicată. Aspectul nămolului activat este redat în figura 4 (*a*, *b*, *c*).

Suspensiile care formează nămolul activat, au caracteristici bune de sedimentare. Timpul optim de decantare a nămolului activat a fost de două ore. Rezultatele sedimentării gravimetrice sînt date în tabela 2 și în figura 5.

Din tabela 1 se observă scăderea concentrației principalului impurificator — produsul petrolier — pînă la valori de 3—6 mg/l la un timp de aerare de 8 ore, de 5—8 mg/l pentru 6 ore și de 9—13 mg/l pentru timpul de aerare de 4 ore.

Pentru o epurare mai avansată s-a încercat o tratare chimică cu coagulanți $Al_2(SO_4)_3$ și $FeSO_4$ după epurarea biologică. Rezultatele obținute sînt date în tabela 3.

Din tabela 3 reiese că atunci cînd epurării biologice îi urmează o tratare chimică, conținutul

TABELA 2

Sedimentarea gravimetrică a nămolului în decantorul secundar la epurarea biologică a apelor tratate cu $Al_2(SO_4)_3$ și $FeSO_4$

Timp de decantare, min	$Al_2(SO_4)_3$			$FeSO_4$		
	suspensii în apă, mg/l	suspensii depuse,		suspensii în apă, mg/l	suspensii depuse	
		mg/l	%		mg/l	%
0	2 400	—	—	2 470	—	—
5	1 320	1 080	45	1 369	1 001	40,5
10	1 200	1 200	50	1 140	1 330	53,8
15	940	1 460	60,8	869	1 601	64,8
30	180	2 220	92,5	230	2 240	90,6
60	40	2 360	98,3	50	2 420	97,9
90	20	2 380	99,0	25	2 445	98,9
105	9	2 395	99,6	10	2 460	99,5
120	5	2 395	99,7	7	2 463	99,7

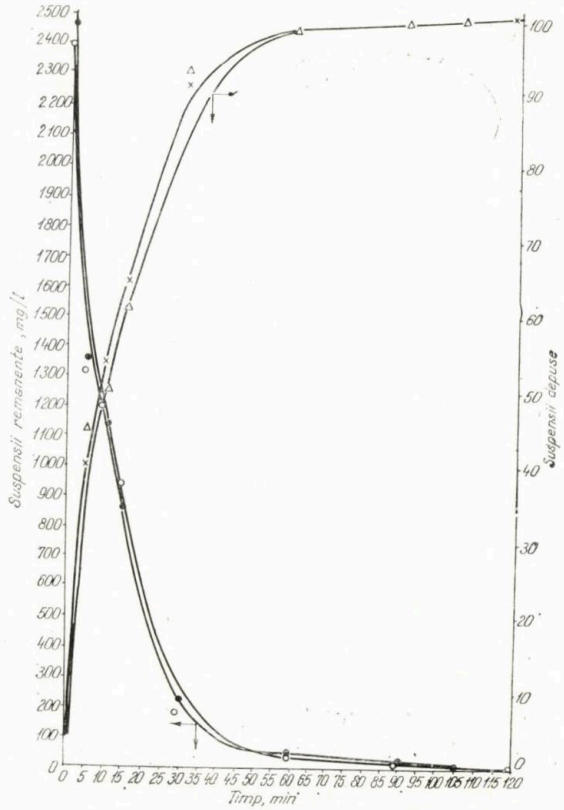


Fig. 5. Sedimentarea gravimetrică a nămolului în decontul secundar la epurarea biologică a apelor reziduale:
Δ — suspensii depuse la tratare în prealabil cu $Al_2(SO_4)_3$;
× — suspensii depuse la tratare în prealabil cu $FeSO_4$;
o — suspensii remanente la tratare în prealabil cu $Al_2(SO_4)_3$;
□ — suspensii remanente la tratare în prealabil cu $FeSO_4$.

TABELA 3

Rezultatele obținute la tratarea cu coagulanți a apelor reziduale după epurarea biologocă

Proveniența probei de apă	Epurarea biologică		Tratarea chimică cu:			
	durata de aerare, ore	produse petroliere rămase, mg/l	sulfat de aluminiu, mg/l	produse petroliere rămase, mg/l	sulfat feros, mg/l	produs petrolier rămas, mg/l
Apă reziduală tratată cu sulfat de aluminiu și epurată biologic	8	6	10	0,5	10	0,4
	8	5	10	0,4	10	0,3
	8	6	10	0,4	10	0,5
	6	8	10	0,7	10	0,8
	6	8	10	0,8	10	0,9
	6	8	10	0,7	10	0,6
	6	7	10	0,5	10	0,7
	6	8	10	0,7	10	0,6
	6	8	10	0,8	10	0,7
	4	9	10	0,9	10	0,9
	4	10	10	1,3	10	1
	4	12	10	1,9	10	1,8
	4	13	10	2,5	10	2,8
Apă reziduală tratată cu sulfat feros și epurată biologic	8	6	10	0,7	10	0,8
	8	5	10	0,4	10	0,4
	8	5	10	0,6	10	0,5
	6	8	10	0,8	10	0,7
	6	7	10	0,6	10	0,5
	6	8	10	0,7	10	0,8
	6	7	10	0,5	10	0,6
	6	8	10	0,7	10	0,8
	6	8	10	0,6	10	0,8
	4	9	10	0,9	10	0,9
	4	10	10	1	10	1
	4	12	10	1,8	10	1,9
	4	13	10	2	10	2,5

de produse petroliere scade de la 6 — 7 mg/l la 0,3 — 0,8 mg/l pentru 8 ore de aerare, pentru 6 ore de aerare scade de la 7—9 mg/l la 0,4—1 mg/l, iar pentru o aerare de 4 ore scade de la 9—13 mg/l la 0,9—2,5 mg/l.

Rezultatele obținute în faza de laborator par să recomande pentru epurarea apelor reziduale din rafinării schema reprezentată în figura 6.

Coagulantul recomandat este sulfatul feros în mediu alcalinizat cu o suspensie de var pînă la *p*H 8—8,5.

Nămolul de la decantorul final și excesul de la epurarea biologică se poate introduce în fluxul de apă la intrare în prima instalație de epurare chimică din care se va evacua spre instalația de prelucrare (filtrare și eventual incinerare).

Pe baza rezultatelor experimentale arătate se pot trage următoarele concluzii:

1. Apele reziduale care conțin cantități ridicate de produs petrolier necesită a fi tratate chimic înainte de epurarea biologică.

2. La experimentarea epurării biologice s-au obținut rezultate bune cu un timp de aerare de 8 ore și debit de aer de 37 Nl/l apă. Conținutul de produse petroliere se reduce cu 94% (de la 50—60 mg/l la 3—6 mg/l), C.C.O. cu 73%, iar CBO_5 cu 86%. Apa epurată este limpede, incoloră, sau foarte slab gălbuie, fără miros de produse petroliere.

Nu s-au putut pune în evidență deosebiri între performanțele realizate la epurarea biologică a apelor pretratate cu sulfat de aluminiu, respectiv sulfat feros.

3. Prin tratare chimică suplimentară a apelor epurate biologic, cu o proporție mică de coagulant (10 mg/l de sulfat de aluminiu sau sulfat feros), conținutul de produse petroliere se reduce la valori sub 2 mg/l.

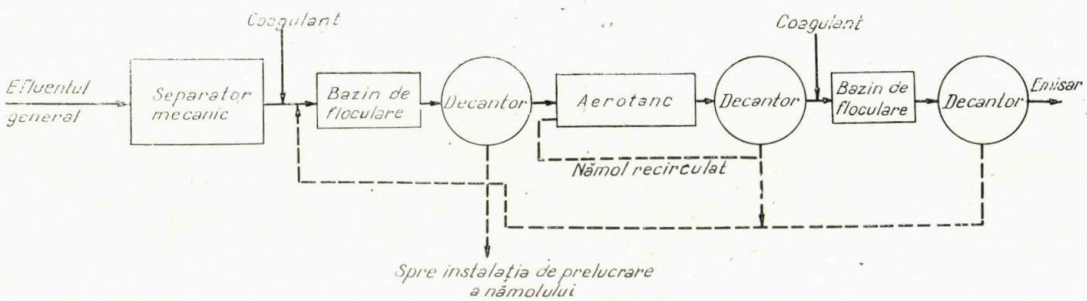


Fig. 6. Schema epurării avansate a apelor reziduale.

BIBLIOGRAFIE

1. Rogovskaia, T. I., Iohimicesk, B. Metoad Ocistki praizvodatvennîh stocinîh vad, Izdatelstva Literaturî po stroitelstvy, Moscova, 1967.
2. Negulescu, M., Vaicum, L. Cercetări privind epurarea apelor reziduale de la rafinăriile de petrol, studii de protecție și epurarea apelor, VI, București, 1965.
3. Wesleg, W., Eckenfelder, Tr. Industrial Water Pollution Control, Mc. Graw-Hill, New-York, 1964.
4. *** A.P.I. Biological Treatment of Petroleum Refinery Wastes, New York, 1964.
5. Boyle, W.C., Rohlich, G.A. Scale-up of the activated sludge process; Biotechnologyand Bioengineering, **VIII**, 1966.
6. Karelin A.I., Iknamov, M. În Himia i tehnologhia topliv, masel, nr. 8, 1964, p. 29.
7. *** STAS 6953/64.
8. *** STAS 7587/66.
9. *** STAS 6954/64.
10. *** STAS 6560/62.

Importanţa factorilor fizici asupra distrugerilor provocate de coroziunea apelor reziduale sărate din schelele petrolifere

Al. Constantinescu

Coroziunea din punct de vedere practic cuprinde toate fenomenele ce duc la modificarea calităţilor mecanice ale unui material. În general, acestea sînt reacţii chimice, însoţite uneori şi de fenomene fizice, ca : eroziune, abraziune, difuziune etc. Reacţiile chimice care au loc sînt reacţii eterogene complexe şi se produc între suprafaţa metalului şi o fază lichidă sau gazoasă.

Viteza de coroziune a oţelului în contact cu apa depinde de natura şi conţinutul de săruri şi gaze dizolvate, de asemenea, de o serie de factori fizici cum sînt : temperatura, turbulenţa mediului agresiv şi presiunea. Aceşti factori care depind, de obicei, de condiţiile tehnologice ale procesului (dezemulsionare, decantare, filtrare etc.) sau de caracteristicile de proiectare (diametrul conductelor, volumul rezervoarelor, debitul pompelor etc.) pot avea un rol covîrşitor asupra defecţiunilor utilajelor provocate de coroziunea apelor sărate reziduale din schelele petrolifere.

Modul de acţionare al sărurilor dizolvate în apă este multiplu ; în primul rînd ele măresc însă conductibilitatea apei, datorită efectului lor ionizant, dînd astfel posibilitatea intensificării fenomenelor de coroziune electrochimică. Clorurile care alcătuiesc proporţia cea mai mare de săruri acţionează nefavorabil şi asupra formării de strate protectoare, ce s-ar putea forma din compuşii de coroziune ai mediului cu suprafaţa oţelului. O acţiune importantă legată tot de apariţia unor depuneri protectoare o au şi bicarbonaţii de calciu, al căror echilibru cu carbonaţii de calciu insolubili este dependent de conţinutul în bioxid de carbon din apă. Sulfaţii dizolvaţi au un rol în cazul coroziunii provocate de bacteriile sulfat reducătoare, cînd aceste săruri sînt reduse la hidrogen sulfurat, care cu fierul trece apoi în sulfură de fier :

$$H_2S + Fe = FeS + H_2 \qquad (1)$$

Reacţiile de coroziune a fierului în apele sărate şi influenţa prezenţei oxigenului asupra acestora

Coroziunea fierului în contact cu apa este de natură electrochimică. La suprafaţa de separaţie a celor două faze, metalul de pe zonele anodice are tendinţa să intre în soluţie sub forma de ioni de fier, iar electronii se deplasează prin metal spre porţiuni cu potenţialul mai coborît dînd naştere zonelor catodice. Întotdeauna pe suprafaţa metalului datorită neomogenităţii materialului produsă prin incluziuni de oxizi din timpul laminării, deformaţii mecanice de prelucrare, depuneri neuniforme etc., apar mici elemente cu potenţiale electrice diferite. Unele devin anodice, iar altele catodice, fără să existe o separare categorică, iar în cursul procesului de coroziune este posibilă o schimbare între ele ; pe suprafaţa acestor micropile au loc reacţiile electrochimice de coroziune. Zonele anodice de la care pleacă ionii de fier se corodează, iar cele catodice de unde trec electronii în soluţie vor fi protejate. Orice factor care va împiedica trecerea curentului electric, deci consumul de electroni, va micşora viteza de coroziune. De mărimea şi modul cum se modifică potenţialul acestor micropile, va depinde într-o măsură şi caracterul coroziunii, care poate fi uniformă sau localizată, uneori chiar sub forma unor puncte mici (pitting), care pot produce perforarea peretelui metalic.

Electronii care migrează prin metal către catod, reacţionează aici în mod diferit în funcţie de valoarea *p*H-ului şi conţinutul de oxigen (fig 1).

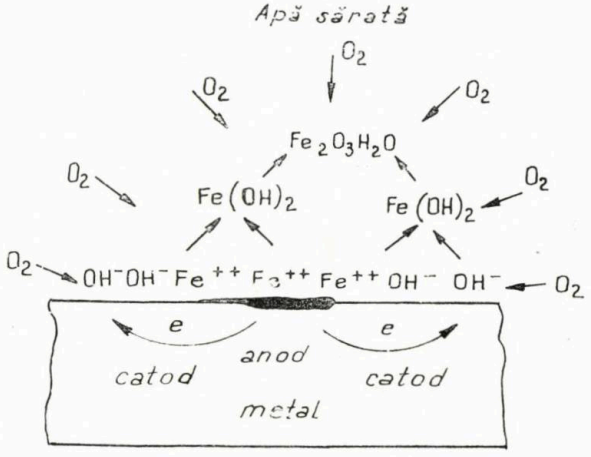


Fig. 1. Reacţiile de coroziune ce se produc pe suprafeţele anodice şi catodice.

$$Fe = Fe^{++} + 2e \qquad (2)$$

$$2e + 2H^+ = 2H = H_2 \qquad (3)$$

$$2e + 2H^+ + 1/2\ O_2 = H_2O \qquad (4)$$

$$2e + H_2O + 1/2\ O_2 = 2\ OH^- \qquad (5)$$

Consumul de electroni strică echilibrul dintre ionii de fier şi suprafeţele anodice şi o nouă cantitate de ioni de fier trece în soluţie. Pe de altă parte ionii de hidroxili liberi (OH^-) formaţi la catod reacţionează cu ionii feroşi, pentru a forma hidroxidul feros, care se precipită şi care poate constitui o protecţie uşoară împotriva coroziunii. În prezenţa unei cantităţi mai mari de oxigen, hidroxidul feros se oxidează pînă la oxidul feric hidratat, care este principalul component al coroziunii fierului.

$$Fe^{++} + 2\ (OH^-) = Fe\ (OH)_2 \qquad (6)$$

$$4Fe\ (OH)_2 + O_2 = 2H_2O + 2\ Fe_2O_3 \cdot H_2O \qquad (7)$$

$$6Fe\ (OH)_2 + O_2 = 4H_2O + 2\ Fe_3O_4 \cdot H_2O \qquad (8)$$

Rezultă că viteza de coroziune a fierului în soluţii sărate neutre depinde de cantitatea de oxigen care poate ajunge la suprafaţa acestuia. Reducerea oxigenului la catod (fig. 1) şi reacţiile ce rezultă se produc succesiv. Desfăşurarea lor depinde mai ales de difuzia de oxigen la suprafaţa metalului, adsorbţia acestuia şi apoi reducerea pe suprafeţele catodice. De aceea toţi factorii care acţionează asupra transferului de oxigen din atmosferă în soluţie şi transportul acestuia prin mediu, adică: difuzia, convecţia sau agitaţia vor accelera viteza de coroziune a fierului.

Influenţa temperaturii

Temperatura măreşte sensibil viteza de coroziune. În sistem închis creşterea este continuă, în sistem deschis este posibil ca de la o anumită temperatură (50-60°C) variaţia vitezei de creştere să capete o pantă mai mică, fie datorită eliminării gazelor dizolvate, fie datorită formării unor depuneri mai abundente de produşi de precipitare, în special, de săruri de calciu, care în urma degajării bioxidului de carbon trec în forme insolubile. După rezultatele obţinute în laborator şi şantier, rezultă că temperatura maximă ce poate fi admisă pentru apele sărate vehiculate, este de circa 50°C. Peste această valoare întreţinerea utilajelor devine extrem de neeconomică.

Variaţia vitezei de coroziune în funcţie de temperatură este o ecuaţie lineară pînă la 30-35°C, după care devine o curbă exponenţială pînă la circa 60°C; (între 30°C şi 60°C coroziunea creşte de 2—3 ori) apoi peste 60°C devine din nou direct proporţională cu temperatura.

La temperaturi mai mari de 100°C se modifică şi mecanismul reacţiilor de coroziune, peste această temperatură reacţia vaporilor de apă cu fierul nu mai este de natură electrochimică. Produşii de coroziune în aceste condiţii sînt:

$$FeO,\ Fe_3O_4 \text{ şi } H_2.$$

Viteza de reacţie depinzînd de aceste cazuri de difuziunea metalului prin stratul de oxid cristalin de FeO sau Fe_3O_4.

Determinări ale vitezei de coroziune efectuate într-un şantier, cu o apă avînd compoziţia indicată în tabela 1, sub denumirea de

TABELA 1

Compoziţia chimică a unor ape sărate

	Unităţi de măsură	Schela A	Schela B
Densitate,		1,043	1,02
suspensii mecanice		96,4	45,6
Ţiţei	mg/l	235,2	187,6
pH	mg/l	7,2	7
Na	mg/l	21 777,6	8 520,7
Ca	mg/l	1 355,9	458,6
Mg	mg/l	1 387,1	653,3
Cl	ml/l	36 844,7	13 646,2
NaCl	mg/l	60 715,2	22 487,5
SO_4^-	mg/l	13,8	71,1
HCO_3^-	mg/l	369,5	3 640,4
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	mg/l	630	108
Fe_2O_3	mg/l	50	56
H_2AS	mg/l	—	—
CO_2	mg/l	52,3	87,3
O_2	mg/l	2	3

Schela A, au arătat valori diferite între perioada de iarnă şi cea de vară, datorită unor diferenţe medii de temperatură de circa 7°C. Rezultatele obţinute sînt date în tabela 2.

TABELA 2

Viteze de coroziune în şantier

Viteza de coroziune, g/m² zi	Penetraţia, mm/an	Temperatura medie, °C
18,5	0,90	43
14,2	0,69	36

Se observă că pentru acest interval de temperatură a rezultat o micşorare a vitezei de coroziune de 23,2%.

Mecanismul de acţiune al temperaturii

Creşterea temperaturii uşurează difuziunea oxigenului la suprafaţa metalului, coeficientul de difuziune fiind exprimat de relaţia:

$$D = \frac{RT}{N_0} \frac{1}{6\pi\eta r} \qquad (9)$$

în care:

R este constanta gazelor;
T — temperatura absolută;
N_0 — numărul lui Avogadro;
η — viscozitatea mediului;
r — raza particulei difuzate;

Totodată ridicarea temperaturii măreşte viteza de reacţie a metalului cu mediul agresiv şi ca rezultat al depolarizării de hidrogen, al creşterii conductibilităţii apelor sărate şi al mobilităţii ionilor, datorită scăderii viscozităţii.

Pe suprafaţa metalului introdus într-o soluţie de săruri în urma reacţiilor cu oxigenul, iau naştere o serie de produşi, care vor fi reprezentaţi prin amestecuri în diferite proporţii, de: γ-FeO (OH), Fe_3O_4, α-Fe (OH), γ-Fe_2O_3 şi α-Fe_2O_3. Aceştia într-un sistem static rămîn pe suprafaţa metalului şi îngreuiază difuziunea oxigenului, micşorînd astfel viteza de coroziune. O temperatură ridicată, datorită unor diferenţe între coeficienţii de dilataţie termică, favorizează apariţia fisurărilor în peliculele protectoare formate, ceea ce uşurează pătrunderea mediului agresiv la suprafaţa metalului proaspăt (fig. 2).

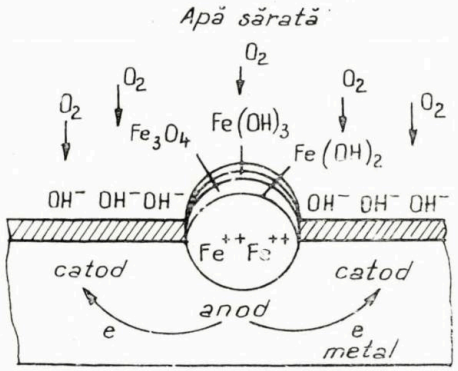


Fig. 2. Coroziune localizată, prin îndepărtarea neuniformă a depozitelor de pe suprafaţa metalului.

Temperatura acţionează nefavorabil şi asupra eficacităţii inhibitorilor de coroziune. Cei mai mulţi inhibitori peste 40°C îşi pierd complet eficacitatea, iar alţii trebuie utilizaţi în concentraţii mai mari, devenind astfel neeconomic de utilizat.

Efectul altor factori fizici, ca: viteza de circulaţie şi presiunea, este şi mai distrugător asupra utilajului la temperaturi ridicate.

Apare astfel evident că o scădere a temperaturii apelor reziduale sărate vehiculate în şantierele petrolifere va duce la o micşorare a defecţiunilor provocate prin coroziune. În anumite şantiere temperatura este ridicată, datorită faptului că aceste ape provin din zăcăminte mai adînci, alteori fiindcă este necesară o încălzire puternică pentru separarea unor emulsii de ţiţei mai stabile. Pentru răcirea unor astfel de ape este mai puţin recomandabilă depozitarea în rezervoare sau bazine deschise, în primul rînd fiindcă ar fi necesare spaţii mari şi în al doilea rînd pentru faptul că răcirea ar uşura dizolvarea oxigenului din atmosferă, solubilitatea acestuia crescînd o dată cu scăderea temperaturii sub 50°C. O soluţie recomandabilă pentru o astfel de situaţie ar putea-o constitui următorul experiment în curs de realizare la o staţie de injecţie, unde temperatura medie a apei este de 45°C, iar debitul corespunzător de 3 000 m³/zi, este pompat pe o conductă de 8⅝ in la o distanţă de 3 km. Această conductă a funcţionat pînă în prezent îngropată, astfel că temperatura între cele două puncte era practic aceeaşi. Fiind necesară înlocuirea conductei, datorită uzurii, se proiectează montarea ei la suprafaţa solului. Pentru a nu se scoate o suprafaţă de teren din circuitul agricol, se va folosi cursul unei văi care se găseşte în apropierea staţiei. Prin alegerea noului traseu, conducta se va lungi cu circa 500 m. Montarea se va face imediat deasupra solului la circa 0,5 m; în punctele de traversare peste drumurile de acces se vor executa treceri sub formă de porţi. Pentru o lungime de 3 500 m şi diametrul de 8⅝ in va rezulta o suprafaţă de răcire de 2 500 m², care va putea asigura o răcire medie de 10-15°. La o astfel de răcire care pe timp de iarnă va putea fi şi mai accentuată, viteza de coroziune va putea să scadă cu aproximativ 60, 70%. Aşezarea conductei la suprafaţa solului elimină, de asemenea, necesitatea izolaţiei anticorosive exterioare şi permite intervenţii mai puţin costisitoare pentru reparaţii.

Influenţa vitezei de circulaţie a mediului agresiv

Influenţa acestui factor este puternică şi este legată de îndepărtarea mecanică a produşilor de coroziune şi de aportul agenţilor corosivi la suprafaţa metalului. Coroziunea fierului în medii de apă sărată fiind limitată chimic de cantitatea de oxigen disponibilă pentru reacţiile cu ionii de fier, prin creşterea vitezei de scurgere se intensifică aportul de oxigen la suprafaţa metalului, mărindu-se astfel şi viteza de coroziune. Determinările făcute în şantiere arată că în ceea ce priveşte distrugerea unor utilaje, pompe, ventile, conducte, rolul factorilor fizici, ca viteza şi presiunea este preponderent faţă de cel al reacţiilor de coroziune electrochimică.

În instalaţiile utilizate pentru transportul lichidelor mai pot apare şi alte fenomene legate de viteza de circulaţie şi de gradul de turbulenţă ca, de exemplu, la schimbarea bruscă a direcţiei de curgere, datorită unor curbe pronunţate, la variaţii de secţiune sau la variaţii de viteză, cum sînt cele provocate de pulsaţiile pompelor cu piston. În aceste situaţii fenomenele ce pot apare poartă denumirea de coroziune prin izbire sau prin jet (impingement attack) şi prin cavitaţie. Fenomenele de eroziune şi coroziune prin cavitaţie sînt mai pronunţate la pompele cu piston decît la cele centrifugale. Distrugerile provocate prin aceste fenomene au un aspect neregulat cu adînciturii specifice în peretele

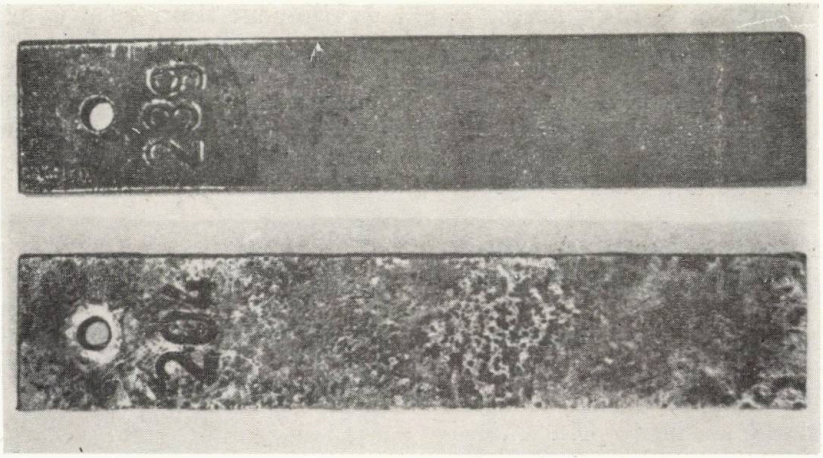


Fig. 3. Acțiunea de coroziune asupra metalului, datorită efectului de cavitație.

metalic și sînt o consecință a fenomenului hidromecanic de cavitație în lichidul înconjurător, combinat cu reacțiile chimice de coroziune. Cavitațiile se formează în regiunile de lichid cu foarte joasă presiune, favorizate și de schimbările în direcția de scurgere, de rotațiile sau vibrațiile (pulsațiile) fluidului; în aceste puncte lichidul este supus la forțe mai mari decît cele de coeziune. Timpul de desfășurare al fenomenului este de ordinul microsecundelor, interval în care are loc o accelerare mare a lichidului ce înconjoară cavitatea; astfel încît atunci cînd peretele „cavitației" atinge suprafața metalului, se produce o puternică deteriorare a acestuia. Calcule și măsurări efectuate au apreciat că șocul provocat de aceste cavități dă naștere unei presiuni locale de circa 15 000 kgf/cm².

Distrugerea metalului prin cavitație este intensificată de efectul de turbulență (viteza de circulație) a lichidului. Efectul acestor două forțe hidromecanice este de îndepărtare neuniformă a produșilor de coroziune, creînd astfel zone anodice a căror coroziune este intensificată de efectul electrochimic al suprafețelor catodice înconjurătoare. Raportul acestor suprafețe este în continuă schimbare. Natura lichidului este hotărîtoare asupra intensității distrugerii prin cavitație a suprafeței metalului; lichidele neionice, datorită lipsei de conductivitate, produc defecțiuni mai puțin grave decît cele ionice. De exemplu: toluenul produce prin cavitație o distrugere cu 80% mai mică decît apa, iar apele sărate cu 50% mai mult decît apa distilată.

Într-un sistem dat există o valoare limită pentru parametrul σ, sub care cavitația poate avea loc.

$$\sigma = \frac{P - p_v}{1/2\ \rho\ u^2} \qquad (10)$$

în care:

P este presiunea mediului;
p_v — presiunea de vapori a mediului;
ρ — densitatea;
u — viteza în imedata vecinătate a suprafeței distruse.

Rezultă din această expresie că cu cît presiunea în instalație este mai ridicată cu atît mai mare poate fi viteza de circulație a lichidului, fără a avea loc fenomene de cavitație. În figura 3 sînt prezentate două epruvete care au fost montate într-un șantier cu o apă reziduală avînd compoziția indicată în tabela 1. Cele două epruvete notate cu *a* și *b* au fost instalate pe o conductă de $5^8/8$ in, la o distanță de cîte 10 m, pe refularea și respectiv pe aspirația unei pompe cu piston. Este evident că toate condițiile pentru cele două puncte au fost aceleași, și anume: compoziția mediului, temperatura, debitul, viteza de circulație etc. Singura deosebire, fiind aceea a presiunii care pe conducta de refulare a fost de 10 at, iar pentru cea de aspirație a existat un oarecare vacuum. Pe epruveta 204 din figura 3, montată pe conducta de aspirație viteza de coroziune a fost de 15 ori mai mare decît pe epruveta 239 montată pe conducta de împingere, datorită fenomenelor de cavitație. Fenomenul a fost verificat și în alte schele. S-a constatat că intensitatea distrugerilor prin cavitație crește cu temperatura, peste o anumită valoare însă, intensitatea deteriorărilor scade, probabil datorită creșterii presiunii de vapori în interiorul cavității.

Metode de micșorare a coroziunii produsă prin cavitație

Folosirea aliajelor cu duritate ridicată în punctele solicitate constituie uneori o soluție, iar placarea cu cauciuc poate constitui o rezolvare pentru cele mai puțin solicitate. Aplicarea protecției catodice cu o intensitate mai mare

de curent de 0,5 A/cm², care să genereze o cantitate suficientă de hidrogen și să interfereze cu golurile produse prin cavitație, este recomandată de unii autori, însă consumul ridicat de curent face procedeul neeconomic. S-a experimentat și un procedeu de injectare cu aer, deoarece bulele de aer fiind compresibile, ar adsorbi energia undei de presiune.

Cele mai raționale metode încep însă de la proiectare și trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

— eliminarea turbulenței mediului produsă prin curbe brusce, schimbări de secțiune, pulsații sau vibrații ;

— evitarea depresiunilor ridicate prin variații de presiune, de secțiune sau cele provocate de tragerile pompelor cu piston ;

— folosirea pompelor centrifuge în locul celor cu piston, pentru eliminarea pulsațiilor și șocurilor caracteristice acestora ;

— evitarea funcționării intermitente a unităților de pompare (urmate de pauze lungi de staționare) și a vitezelor mari de circulație a fluidelor.

Influența presiunii

Mecanismul de acțiune al presiunii nu este atît de bine clarificat ca cel al temperaturii și al vitezei de circulație. Creșterea presiunii mărește solubilitatea gazelor agresive : O_2, H_2S, CO_2. O intensificare puternică a coroziunii se observă la acțiunea simultană a temperaturii și a presiunii. Presiunile înalte ridică probleme de etanșare (presetupe, supape, ventile) a elementelor de pompare. De asemenea, provoacă în instalație tensiuni puternice, care pot produce ruperea mecanică a unor părți mai uzate, apărute uneori printr-o acțiune corozivă. În unele șantiere s-a constatat că presiunile erau foarte ridicate, datorită depunerii de cruste, care strangulaseră în timp, secțiunile de trecere a conductelor. Fiindcă depunerile s-au produs într-un timp relativ mai lung, fenomenul a fost neglijat, suplinindu-se micșorarea de secțiune prin ridicarea presiunii unităților de pompare ; astfel încît numai după spargeri repetate, s-a putut stabili cauza reală a defecțiunilor.

Concluzii

Agresivitatea apelor reziduale din schelele petrolifere depinde de conținutul de săruri și gaze agresive dizolvate, mai ales de cantitatea de oxigen sau hidrogen sulfurat.

Efectul corosiv asupra utilajelor este agravat mult de acțiunea temperaturii, a vitezei de curgere și a presiunii. Printr-o proiectare judicioasă și aplicarea unor măsuri tehnologice, se poate micșora rolul acestori factori. Odată cu micșorarea influenței acestor factori fizici asupra distrugerilor utilajelor metalice, se îmbunătățește și efectul aplicării unor procedee clasice de combatere a coroziunii, cum sînt : inhibitorii, folosirea de lacuri sau rășini, eliminarea oxigenului dizolvat etc.

BIBLIOGRAFIE

1. Shreir, L.L. Editor — Corrosion I, London, 1963.
2. Evans, U.R. The corrosion and oxidation of metals London, 1960.
3. Hagymaș, Gh., Firoiu, C., Radovici, O. Coroziunea și protecția metalelor. Ed. tehnică, București, 1963.
4. Lepin, K.L., Lochenbach, K.A., Vaivade, I.A. The 4 th International Congres on Metallic Corrosion 7—14 sept. 1969 — Amsterdam.
5. Godfrey, D.J. În: Chem Ind. (Rev) 23, 1959, p. 686.
6. Akimov, G.V. — Osnovî ucenia o korrozii i zaşcitî metallov. Moskwa, Metallurgizdat 1964.
7. Socol, S., Constantinescu A., Atanasiadis, A. Coroziunea și combaterea ei în industria extractivă. Cursuri de perfecționare pentru ingineri ICFE—Cîmpina 1969.
8. Socol, S. și colab. Cercetarea posibilităților de combatere a coroziunii apelor reziduale în schela Țicleni. Tema ICEF P **18**, 43, 1/1968.
9. Atanasiadis, A. și colab. Cercetarea posibilităților de combatere a coroziunii apelor reziduale în schela Videle. Tema ICFE P **18**, 43, 4/1969.

RECENZII

N. PUȘCOIU : **EXPLOATAREA ZĂCĂMINTELOR DE GAZE**, Ed. tehnică București, 1970, 517 p.

Lucrarea prezintă ansamblul de cunoștințe științifice și tehnologice privitoare la exploatarea zăcămintelor de gaze. Ea pune la îndemîna specialiștilor din industria de gaze soluțiile cele mai moderne de rezolvare a problemelor de construcție și echipare a sondelor, exploatarea zăcămintelor, extracția, colectarea și tratarea gazelor naturale și asociate.

Cartea este alcătuită din 12 capitole, grupate în două părți :

Partea întîia, care cuprinde cinci capitole, tratează despre proprietățile fizice și legile gazelor, proprietățile rocilor de zăcămînt, comportarea reologică a gazelor și fenomenele de filtrare prin mediul poros. Fiecare capitol este urmat de exemple numerice rezolvate prin diferite metode de calcul, făcîndu-se aprecieri asupra exactității rezultatelor obținute.

Autorul prezintă atît relații de studiu de mare exactitate, cît și formule matematice simplificate pentru uzul inginerilor și tehnicienilor de șantier. Se dau, de asemenea, diagrame și nomograme de lucru pentru cele mai diferite tipuri de zăcăminte cunoscute pe plan mondial.

Partea a doua, formată din șapte capitole, tratează problemele legate de construcția, echiparea sondelor, extracția, colectarea și tratarea gazelor naturale și asociate. Se descriu tipurile de construcții de sonde, atît de adîncime medie, cît și de mare adîncime, burlanele folosite — tipuri de filete, îmbinări speciale rezistente la presiuni mari de gaze, țevile de extracție — dimensiuni, oțeluri, filete uzuale și speciale. Se descriu instalațiile tehnologice de fund și de suprafață atît pentru efectuarea probelor de producție — testerele și packerele de mare eficiență folosite pentru toate gamele de adîncimi și de presiuni întîlnite — , cît și pentru extracția gazelor — duze, capete de erupție, separatoare, încălzitoare, panouri de măsură.

Autorul insistă asupra legilor de curgere a gazelor prin țevile de extracție, prezentînd măsurile ce trebuie luate pentru a evita atît formarea de criohidrați, cît și provocarea nisipului din strat. O atenție deosebită se acordă alegerii parametrilor optimi de exptoatare dîndu-se diagrame de variație a acestora în funcție de proprietățile gazelor și ale zăcămintelor.

Zăcămintele de gaz condensat sînt tratate într-un capitol special, arătîndu-se particularitățile acestora, cît și metodele moderne de exploatare.

Lucrarea prezintă metodele folosite pentru tratarea gazelor în vederea transportului acestora, la distanță mare, prin conductele magistrale. Se descriu instalațiile necesare, precum și procesele tehnologice de separare, deshidratare și curățire a gazelor de hidrogen sulfurat și bioxid de carbon. Se prezintă, în mod comparativ, performanțele realizate pe plan mondial cu fiecare tip de instalație folosită.

Autorul expune cele mai noi teorii în legătură cu coroziunea și fragilitatea metalului pentru hidrogen, arătînd rezultatele obținute în combaterea acestor fenomene de către marile firme producătoare de material tubular.

Ultimul capitol al lucrării se ocupă de separarea, colectarea și dezbenzinarea gazelor asociate.

Problemele analizate sînt tratate la un nivel superior lucrarea adresîndu-se inginerilor, stagiarilor, studenților, maiștrilor și tehnicienilor, atît din industria de gaze, cît și cea de petrol. Această lucrare este folositoare, de asemenea, inginerilor, cercetătorilor și proiectanților din institutele de profil.

Editura tehnică, prin publicarea acestei lucrări a completat literatura de specialitate cu o carte a cărei lipsă de mult s-a făcut simțită în rîndul specialiștilor din acest domeniu de activitate cu atît mai mult, cu cît nici în literatura mondială nu există o asemenea lucrare, ultima — în limba engleză — datînd din anul 1959.

M. MĂNESCU, V. DUMITRU, V. IONESCU și Gh. I. BĂRBATU : **PROGRAMAREA MATEMATICĂ ÎN INDUSTRIA PETROLIERĂ**. Ed. Academiei Republicii Socialiste România — București, 1970, 372 p.

S-a remarcat că în ultimii ani metodele de matematică polarizează din ce în ce mai mult atenția unor cercuri largi de ingineri și economiști atît în țară, cît și în străinătate. Această nouă direcție de investigare științifică comportă două aspecte esențiale : cercetarea fundamentală și cercetarea aplicativă.

În etapa actuală de dezvoltare a științei, programarea matematică cunoaște o amplă și multiplă dezvoltare, datorită aplicațiilor importante pe care le are în cele mai diverse domenii de activitate. Nu există domeniu al științei și al tehnicii în care programarea matematică să nu fie folosită și ea a apărut ca o metodă cerută imperios în analiza problemelor economice. Necesitatea utilizării matematicii în luarea hotărîrilor se impune ca urmare a creșterii gradului de complexitate a problemelor pe care le ridică economia o dată cu dezvoltarea tehnicii.

Lucrarea respectivă este destinată specialiștilor din industria petrolieră, autorii căutînd să prezinte o serie de aspecte legate de îmbunătățirea activității economice și tehnice în cadrul acestei industrii prin folosirea celor mai moderne metode matematice, ca : cibernetica, calculatoarele electronice etc.

Industria petrolieră este una dintre ramurile economiei noastre naționale în care programarea matematică și-a găsit o largă aplicabilitate.

Lucrarea de față prezintă realizările practice obținute în țara noastră și unele aspecte pe plan mondial în folosirea programării matematice și a calculatoarelor electronice în industria petrolieră.

Cartea este alcătuită din VI capitole și o anexă în care este prezentat aparatul matematic necesar rezolvării problemelor prezentate.

În prima parte se face un scurt istoric al dezvoltării industriei petroliere în străinătate și în țara noastră împreună cu o descriere a caracteristicilor tehnico-economice ale principalelor produse petroliere care concurează la elaborarea modelelor matematice.

În continuare, capitolul II se referă la rezolvarea problemelor privind alegerea și distribuția investițiilor pe structuri noi, la extracția țițeiului și la optimizarea repartiției producției de țiței în cadrul unui grup de zăcămînt petrolier.

Capitolul II tratează despre aplicații ale programării matematice în probleme de prelucrarea țițeiului, analizînd problemele legate de planificarea optimă a țițeiurilor ce urmează a fi supuse prelurării, programul optim al unei rafinării etc.

În capitolul IV autorul se referă la programarea matematică în optimizarea amestecurilor de produse petroliere.

În acest capitol se prezintă modele privind procesul de amestec al benzinelor, motorinelor și uleiurilor, precum și exemple concrete cu evidențierea eficienței economice. Acest capitol este cel mai dezvoltat deoarece în acest domeniu autorii au cele mai multe contribuții proprii prin folosirea calculatoarelor electronice și a programării în activitatea productivă.

Capitolul V tratează probleme de optimizare a desfacerii produselor petroliere pe piața internă și externă. Problemele legate de optimizarea producției unor întreprinderi ale construcției de utilaje petroliere și coordonarea lucrărilor de întreținere într-o rafinărie sînt tratate în capitolul VI.

Ultimul capitol se referă la posibilitățile de folosire a calculatoarelor electronice în vederea optimizării proceselor în industria petrolieră.

Succesul deosebit pe care l-a cunoscut programarea matematică de la început se datorește numărului mare de probleme practice care prin calculatoarele electronice au permis rezolvarea într-un timp relativ scurt chiar a modelelor de dimensiuni mari.

În concluzie lucrarea „Programarea matematică" reprezintă o contribuție valoroasă la dezvoltarea calculului matematic atît din punct de vedere teoretic, cît și practic în toate domeniile științifice și tehnice.

Formularea limpede a problemelor cu tot bogatul aparat matematic folosit dă cititorului posibilitatea unei înțelegeri clare și precise.

D. PATRAULIUS : **Geologia masivului Bucegi și al culoarului Dîmbovicioarei**, Ed. Academiei, R.S. România, București 1969, 321 p.

Prin cartea respectivă literatura noastră științifică s-a completat cu o lucrare care interesează deopotrivă pe geofizicieni, cît și pe geologi, iar prin modul deosebit în care sînt tratate problemele, ea poate fi considerată ca un tratat de specialitate.

Pe baza unui material de nivel universitar și de cercetări personale de teren, autorul a reușit să prezinte sub o formă concisă și clară vastul material științific existent în acest domeniu.

Lucrarea se numără printre puținele studii complete cu caracter geologic efectuate pînă în prezent asupra unei zone montane înalte din Carpații Meridionali.

Multitudinea problemelor tratate fac ca această lucrare să prezinte un ajutor util pentru înțelegerea fenomenelor geologice-geofizice și pentru o justă interpretare a datelor de teren.

Lucrarea se adresează, în special, geologilor, geofizicienilor, petroliștilor, minierilor și tuturor specialiștilor în studiul geologiei terenurilor de tip alpin și, în deosebi, celor care se ocupă cu stratigrafia calcarelor jurasice și eocretacice sau cu sedimentogeneza depozitelor de fliș și de molasă.

Multe din problemele pe care le ridică geologia terenurilor masivului Bucegi depășesc cadrul local și nu pot fi dezbătute decît în cadrul regional mult mai larg al întregului teritoriu carpatic.

Unele din datele înregistate reclamă referiri și la catenele alpine cum sînt Balcanii și lanțul muntos al Crimeei meridionale. Sînt și aspecte geologice care pun în discuție probleme fundamentale ale geologiei generale. Lucrarea este alcătuită din cinci părți și este ilustrată cu numeroase figuri și grafice deosebit de grăitoare.

În prima parte, în introducere, autorul face un scurt istoric asupra cercetărilor acestei regiuni.

În continuare în partea a doua sînt tratate problemele din punct de vedere stratigrafic analizînd formațiunile cristaline, sedimentare, rocile mezozoice din klippe, formațiunile eocretacice, paleogene și depozitele cuaternare.

Partea a treia a lucrării se referă la tectonica diatrofismului și vulcanismul regiunii cu subcapitolele despre tectonica alpină, accidentele tectonice, cutările, faliile și vulcanismul.

O atenție deosebită este acordată celor mai instructive forme morfologice ca expresie a structurii geologice și care pot servi ca reper.

Trebuie menționat faptul că pentru elaborarea acestei lucrări activitatea de cercetare a durat 31 de ani acordîndu-se o atenție deosebită studiului de sedimentologie al flișului și molasei eocretacice.

Analizînd diferitele capitole din lucrare putem afirma că domeniul geologic s-a îmbogățit cu un volum impresionant de date pe baza cărora unele probleme ale evoluției Munților Bucegi au primit elucidare totală sau parțială.

Întocmită pe o amplă și foarte actuală documentare și cercetare personală printr-un stil clar și științific, lucrarea se impune ca una dintre realizările în domeniul respectiv.

P. COTEȚ : **Geomorfologie cu elemente de geologie**. Ed. didactică și pedagogică, București, 1969, 354 p.

Lucrarea lui P. Coteț reprezintă o sinteză a cursului de geomorfologie și este destinată inginerilor petroliști, geofizicienilor, geologilor și tuturor tehnicenilor care au preocupări legate de evoluția formațiunilor.

Lucrarea depășește însă cerințele unui curs prin adîncirea unor probleme și amploarea materialului documentar prezentat ; ea poate fi considerată ca un tratat de specialitate la nivelul tehnicii moderne.

Multitudinea problemelor tratate fac ca această carte să reprezinte un ajutor util pentru înțelegerea fenomenelor geomorfologice și pentru o justă interpretare a cercetărilor de teren.

Lucrarea este împărțită în patru părți cuprinzînd 16 capitole și numeroase figuri și tabele care ilustrează textul.

În prima parte, care cuprinde patru capitole, sînt prezentate în introducere unele probleme în legătură cu geomorfologia ca știință, pămîntul ca planetă și compoziția litosferei.

Partea a doua cuprinde probleme legate de geneza reliefului terestru, morfodinamica internă, noțiuni de geomorfologie planetară și de geomorfologie structurală. În partea a treia autorul tratează unele probleme în legătură cu morfodinamica externă, și cuprinde următoarele capitole : procesele complementare, sistemul de modelare a regiunilor umede, raportul dintre relief și rocă etc.

Partea a patra se referă la vîrsta, clasificarea și importanța reliefului generat de agenți externi pe sistem de modelare, începînd cu procesele complementare, alterarea și gravitația.

În ordinea importanței pentru relieful țării noastre sînt prezentate mai întîi sistemele de modelare a zonelor umede, acțiunea rețelei hidrografice și raportul ei cu tectonica și roca (structura geologică), apoi sistemul de modelare a regiunilor reci și ultimul sistem de modelare, cel litoral.

În concluzie sînt prezentate domeniile de ordin aplicativ al geomorfologiei.

Lucrarea cuprinde un vast material grafic și o expunere foarte științifică și clară.

Întreg materialul expus în lucrare este de un interes deosebit și actual îmbrățișînd atît problemele de ordin științific, cît și cele de ordin practic.

Lucrarea respectivă poate fi folosită ca un îndrumător pentru lucrările de geologie și pentru valorificarea unor substanțe minerale.

Prin problemele tratate la un nivel superior ea vine să completeze un gol important în literatura tehnică de specialitate.

Autorul a căutat și a reușit să realizeze o carte care să fie tot atît de utilă geologului, cît și inginerului petrolist și minier, în ea fiind cuprinse ideile cele mai moderne prezentate atît teoretic, cît și practic.

DOCUMENTARE

Franckowiak, S. și Nitschke, E., **Un nou procedeu pentru desulfurarea gazelor naturale.** În : Hydrocarbon Processing, 4, nr. 5, mai 1970, p. 145

Noul procdeu, denumit "Estasolvan" folosește ca solvent tri-*n*-butilfosfatul (TBP) pentru absorbția selectivă a compușilor cu sulf (H_2S, COS, RHS) și pentru absorbția și recuperarea omologilor superiori (C_2 și C_3) ai metanului din gazele naturale. Spre deosebire de celelalte procedee existente, care utilizează etanolamine sau carbonat de potasiu, și care absorb compușii cu sulf prin reacții chimice, desorbția acestora făcîndu-se numai prin încălzirea absorbantului — noul procedeu efectuează o absorbție fizică de dizolvare a compușilor cu sulf în TBP, iar desorbția realizîndu-se prin reducerea presiunii solventului. Produsul TBP are următoarele caracteristici fizice : greutatea specifică 0,973 ; viscozitatea 1 cP la 100°C ; presiunea de vapori 1 mm Hg la 100 C° punct de fierbere 180°C ; nu spumează și nu este toxic. Capacitatea mare de absorție a compușilor cu sulf și selectivitatea pentru absorbția hidrogenului sulfurat

în prezența bioxidului de carbon este cea mai importantă proprietate a TBP în acest proces. Solubilitățile bioxidului de carbon și a metanului scad pe măsură ce solventul se încarcă cu H_2S însă, în același timp, solubilitățile etanului și a propanului se măresc. Această proprietate specifică a TBP oferă posibilitatea aplicării procedeului în două variante :

1. Desulfurarea gazelor prin absorbție și eliminarea selectivă a hidrogenului sulfurat ;

2. Desulfurarea și recuperarea în stare lichidă a etanului și propanului din gazele tratate.

O instalație, după prima variantă, a fost construită recent, în R. F. a Germaniei, pentru capacitatea de 4 mil. Nm^3 gaze/zi la presiunea de 70 at. Compoziția gazelor înainte și după desulfurare cu TBP este următoarea :

	Gaze netratate	Gaze tratate
H_2S % vol.	10	3 pp,
CoS mg S/N m^3	500	6
RSH mg/S/N m^3	1 500	50
CO_2 % vol.	7	6,4
N_2 % vol.	7,5	8,0
CH_4 % vol.	75,5	85,6
C_2+ % vol.	urme	—
Utilități		
Energie electrică 2100 k Wh/h		
Vapori de apă 4 t/h (0,3 kg/Nm^3 gaze acide)		
Apă de răcire 270 m^3/h		

După absorbție, soluția este supusă detentei în două trepte, presiunea scăzînd în ultima treaptă de 7,7 at. Gazele eliminate sînt recomprimate și introduse la baza coloanei de absorbție pentru a se micșora presiunea parțială a metanului și a se reduce concentrația acestuia în soluția de TBP. Solventul este astfel parțial regenerat însă pentru regenerarea completă este stripat cu abur și apoi recirculat în sistem. Condensatul rezultat este stripat cu aer pentru eliminarea hidrogenului sulfurat. Cheltuielile anuale de exploatare ale acestei instalații sînt cu 10-15 % mai mici decît ale unei instalații care utilizează absorbția chimică cu amine, cu condiția ca conținutul de H_2S, în gazele de prelucrare, să fie de cel puțin 4-5 %. Sub acest conținut de H_2S, tratarea gazelor cu amine este mai economică.

A doua variantă a procedeului Estasolvan, realizează desulfurarea și recuperarea simultană a hidrocarburilor mai grele din gazele naturale, în operațiile care urmează.

Absorbția completă a hidrogenului sulfurat și a hidrocarburilor $C_2 - C_3$ are loc la temperatura ambiantă și la presiune mare într-o singură treaptă. Desorbția și regenerarea solventului se efectuează în două trepte : în prima treaptă, prin stripare cu un curent de propan, care este eliminat apoi prin detentă, iar solventul este reciclat ; în a doua treaptă, gazele acide sînt eliminate prin distilare și trimise în secția de recuperare a sulfului.

Propanul și hidrocarburile mai grele sînt separate în final prin distilare. Se obține și o fracțiune GPL. Compozițiile gazelor și a produselor rezultate în varianta a doua a procedeului sînt următoarele :

%	Gaze netratate	Gaze tratate	Gaze acide	Propan și GPL
H_2S	11,4	—	86,5	—
CO_2	2,9	1,9	5,4	11,2
C_1	70,4	87,4	1,2	0,1
C_2	3,2	2,2	5,4	11,6
C_3	1,7	0,2	1,5	20,8
C_4	3,6	—	—	56,3
N_2	6,8	8,4	—	—

Se menționează că eliminarea bioxidului de carbon este limitată în această variantă. Pentru înlăturarea totală a CO_2 este necesară o unitate separată.

Conținutul de CO_2 în gazele tratate prin acest procedeu nu micșorează însă eficiența instalației Claus pentru recuperarea sulfului.

* * * Benzina fără compuși cu plumb

În : Petroleum Review, **24**, nr. 280, april. 1970, p. 83

Una dintre temele importante, discutate în S.U.A., este aceea a benzinei auto fără compuși cu plumb, ca urmare a celor stabilite între autoritățile guvernamentale, reprezentanții fabricilor de automobile și ai industriei petroliere. Tema privește combaterea poluării atmosferice prin emisia gazelor arse ale automobilelor. Toate părțile sînt de acord ca în situația actuală, folosirea compușilor cu plumb în benzină nu reprezintă încă un pericol pentru vătămarea sănătății, dar absența plumbului din benzină ușurează, totuși, cercetările pentru reducerea principalilor agenți vătămători în gazele de eșapament : monoxidul de carbon, hidrocarburi nearse și oxizi de azot.

Fabricanții de automobile vor prezenta noi modele de motoare. De exemplu, modelul Societății General Motors, care este proiectat pentru anul 1971, va avea o rație de compresie mai mică, pentru a putea funcționa cu benzină de 91 C.O., neetilată. Dacă toate fabricile de automobile vor satisface această cerință, automobilele care nu vor mai folosi benzină etilată vor fi introduse în folosință în proporție de 10 % pe an.

Fără să se fi comunicat date asupra prețului noului tip de benzină neetilată, societatea Shell a anunțat că benzina auto cu cifra octanică ridicată, dar neetilată, pentru automobile cu rație de comprimare redusă, ar putea fi produsă foarte curînd, însă la un preț mai ridicat. Dezvoltarea unei game complete de benzine neetilate, cu cifră octanică ridicată, va necesita încă cîțiva ani de cercetare, iar costul ei va fi simțitor mai mare.

Automobilele cu compresie mai mică, vor avea însă dezavantajul reducerii puterii și al economicității, cu circa 10 %.

Se consideră de aceea că soluția proiectată nu poate avea decît un caracter tranzitoriu și că într-un timp mai îndepărtat va trebui rezolvată problema motoarelor de automobile, care vor avea o rație de comprimare mai mare decît cea actuală (peste 7), iar benzina respectivă va fi de peste 92 C.O.

Guvernul S.U.A. a numit o comisie pentru a studia aspectul tehnic al întregii probleme ridicată de folosirea plumbului în benzină.

Busch, G. Robert. **Procedeul de cocsare fluidizată revine în actualitate**

În : Oil Gas J. **68**, nr. 14, 6 april. 1970, p. 102

Procedeul de cocsare fluidizată — apărut în S.U.A. în anul 1954 — a fost aplicat în 8 instalații industriale construite în anii 1954-1957 și a fost reluat apoi în anul 1968, cînd au intrat în funcțiune trei unități noi . Alte instalații modernizate sînt în curs de proiectare. Spre deosebire de instalațiile vechi — care urmăresc numai transformarea reziduurilor în fracțiuni ușoare cu producerea unor cantități minime de cocs — unitățile noi de cocsare fluidizată sînt integrate tehnologic și concepute să prelucreze reziduurile de distilare atmosferică, eliminîndu-se astfel necesitatea distilării în vid. Ele sînt integrate, de asemenea, în sistemul energetic al rafinăriei și în economia generală a operațiilor pentru recuperarea căldurii și energiei de expansiune a vaporilor de produse ieșite din reactor, și a gazelor calde evacuate din arzătorul de cocs. Reconsiderarea procedeului de cocsare fluidizată se încadrează astfel în preocupările rafinorilor de a alege cea mai economică soluție pentru valorificarea reziduurilor, ținînd seama de : cerințele de produse noi ale pieții ; eliminarea în atmosferă a gazelor nocive ; flexibilitatea și economia generală a operațiilor ; de reducerea utilajelor și aparatelor, precum și de necesitatea de a prelungi la maximum funcționarea instalațiilor.

Procesul de cocsare întîrziată a fost preferat, în ultimii ani, pentru valorificara reziduurilor și va continua, probabil

să fie preferat pentru prelucrarea reziduurilor cu conținut redus de sulf, acolo unde există instalații adecvate pentru manipularea cocsului. Un studiu economic comparativ pentru alegerea procesului optim de valorificare a reziduurilor arată însă, că :

1) procesul de cocsare întîrziată este cel mai indicat cînd costul țițeiului este redus, iar costul hidrogenului este mare ;

2) procesul de hidrocracare este cel mai economic cînd prețul hidrogenului este redus și se impune pe măsură ce prețul cocsului scade, iar al țițeiului crește ;

3) procesul de cocsare fluidizată poate să fie cel mai favorabil în zonele intermediare ale costurilor hidrogenului și țițeiului, luînd locul cocsării întîrziate cînd valoarea cocsului scade, sau al hidrocracării, cînd valorile cocsului și hidrogenului se măresc.

Există, însă, și alți factori importanți în favoarea alegerii procesului de cocsare fluidizată, care apar atît din datele comparative de exploatare a instalațiilor, cu privire la randamentele și calitatea produselor, cît și din posibilitățile de integrare în complexul de operații ale rafinăriei.

1. Cocsarea fluidizată este un proces mai rentabil decît cocsarea întîrziată deoarece randamentele de produse lichide sînt mai mari — cu excepția benzinelor grele, care au randamente egale —, iar randamentul de cocs este cu 13% mai mic. Cifra octanică a fracțiunii C_5 — 223°C neetilate de la cocsarea fluidizată este de 86 C.O. față de 77 C.O. a fracțiunii respective de la cocsarea întîrziată, datorită unui conținut mai mare de hidrocarburi aromatice. Conținutul de sulf rămas în cocsul produs de ambele procese este practic egal.

2. Flexibilitatea este o caracteristică esențială a procesului de cocsare fluidizată, deoarece poate fi adaptat să lucreze în diferite condiții, cerute de operațiile rafinăriei. Instalația poate trata nu numai cantități variabile de reziduuri de diferite calități, dar poate lucra cu fracțiuni de reciclare al căror interval de fierbere este foarte diferit, permițînd astfel schimbarea punctelor finale de distilare ale motorinei. Flexibilitatea procesului permite, de asemenea, schimbarea randamentului de butene sau alte olefine ușoare.

3. Experiențele de exploatare au stabilit că durata de funcționare neîntreruptă a instalațiilor de cocsare fluidizată cu o vechime de 10-14 ani, este între 500 și 870 zile. Unele din instalațiile în funcțiune au prelucrat cu 50% mai puțin sau cu 25% mai mult decît capacitatea proiectată, iar altele destinate să prelucreze reziduul de la distilarea în vid, au prelucrat reziduul distilării atmosferice în timpul lucrărilor de revizie la cuptorul și coloana de vid.

4. Încadrarea cocsării fluidizate în economia operațiilor generale de prelucrare, permite — în afara eliminării distilării în vid — recuperarea căldurii și energiei vaporilor de produse din reactor, care au temperatura de 510°C la presiunea 0,7 at, precum și a gazelor din arzător, evacuate la 620°C și 0,77 at. Una dintre instalații utilizează vaporii de produse pentru liftarea unei părți din reziduul distilării atmosferice (370 — 496°C) la partea superioară a reactorului, în timp ce o altă parte din reziduu (+ 496°C) este alimentată direct în reactor. Liftarea cu vapori poate fi utilizată și pentru distilarea fracțiunilor ușoare din alte produse, cum este, de exemplu, produsul de fund al coloanei de fracționare de la cracarea catalitică. Proiectele noilor instalații de cocsare fluidizată prevăd racordarea acesteia la generatoarele de abur care recuperează căldura gazelor cu C.O. de la regenerarea catalizatorilor de cracare ; la cuptoarele diferitelor procese tehnologice ; la preîncălzirea țițeiului sau a altor fluxuri. Cantitatea de căldură disponibilă poate fi mărită prin arderea unei cantități sporite de cocs brut în arzătorul instalației de cocsare. Energia gazelor evacuate poate fi recuperată, de asemenea, pentru acționarea ventilatoarelor de aer sau a altor utilaje.

5. Investiția, cheltuielile de exploatare (trei operatori de schimb) și beneficiile instalațiilor vor depinde de capacitatea lor, de locul de așezare, calitatea cocsului produs, precum și de alți factori specifici.

Cheltuielile de investiție pentru instalații de capacități 3000, 6000 și 14 500 barile/zi sînt de 800 , 560 și, respectiv, 325 $ pentru 1 barile/zi capacitate. Pentru instalațiile mai mari de 30 000 și 40 000 barile/zi, care necesită utilaje de dimensiuni mai mari, costul unei baril/zi capacitate se reduce considerabil.

*** Extinderea rafinăriei Shell din sud-vestul Franței

Societatea Shell a terminat lucrările de extindere la rafinăria sa din Pauillac, lîngă Bordeaux, care au costat 82,5 mil. $. Capacitatea rafinăriei a fost mărită la 4 mil. t/an prin adaosul următoarelor instalații noi :

1 — Unitate de distilare atmosferică și în vid pentru 9 600 m^3/zi țiței, care produce GPL, benzină auto, benzină grea pentru reformare, motorină, o fracțiune pentru cracarea catalitică și una de amestec pentru combustibil greu, și un reziduu pentru bitum
2 — Unitate pentru fabricarea bitumului
3 — Instalație de hidrotratare tip BIPM
4 — Instalație HDS combinată cu precedenta
5 — Unitate de platformare
6 — Instalație de cracare catalitică tip UOP
7 — Unitate pentru separarea butanilor de propan ;
8 — Un complex pentru desulfurarea gazelor și benzinei auto
9 — Unitate Claus pentru 75 t/zi sulf elementar.

Rafinăria a fost dotată cu o centrală de forță care va satisface întregul consum energetic, și cu două generatoare care produc 70 t/oră abur la 60 at. Consumul de apă a fost foarte mult redus prin folosirea extensivă a răcitoarelor cu aer. Țițeiul, adus în majoritate din Africa, este descărcat din tancurile petroliere în portul terminus Le Verdon situat la gura estuarului Gironde, unde s-au construit 4 rezervoare cu o capacitate totală de 300 000 m^3. De aici, țițeiul este pompat pînă la Pauillac, pe o conductă de 50 km lungime, cu diametrul de 18 in.

Parcul de rezervoare are o capacitate de 485 000 m^3 pentru produse care sînt transportate în cea mai mare parte pe apă, cu șlepuri, cabotoare sau tancuri. Extinderea acestei rafinării s-a realizat în vederea aprovizionării cu produse petroliere a regiunilor din sud-vestul Franței și, eventual, a prelucrării țițeiului produs în zona Golfului Biscaia, care este în curs de explorare. Rafinăria va intra în funcțiune în cursul acestui an.

*** Un nou dispozitiv automat pentru controlul sudurii conductelor

În : Oil Gas Internat. **10**, nr. 6, iun. 1970, p.87

Societatea SAIPEM din grupul ENI a elaborat și perfecționat un nou aparat pentru controlul radiografic al sudurii țevilor la construcția conductelor de diametre mari. Aparatul a fost experimentat în timpul construcției a două conducte de gaze : prima conductă de 120 km lungime, cu diametrul de 30 in și grosimea pereților de 12 mm și a doua de 110 km cu diametrul de 22 in și grosimea pereților de 9, 72 mm. Specificațiile tehnice au impus controlul radiografic 100% al sudurilor conductei, utilizînd ca sursă radioactivă Iridiu 192 și filme cu granulație foarte fină. Metodele convențional efectuează acest control cu mai multe aparate manuale, poziționate la exteriorul conductei pe fiecare sudură și purtate de operatori de-a lungul întregului traseu. O examinare radiografică completă a unei suduri de diametru mare, comportă cel puțin trei expuneri, lăsînd ca radiațiile să treacă prin pereții conductei, între sursă și film, pe o distanță egală cu diametrul conductei. Noul aparat automat simplifică aceste operații. El este un sistem de tip go-devil cu troleu, care vehiculează sursa radioactivă în interiorul conductei și efectuează o radiografie completă a fiecărei suduri printr-o singură expunere. Aparatul este compus din : un container pentru protecția sursei radioactive ; un cărucior cu șasiu pe șenile, prevăzut cu un motor electric care acționează două roți cu angrenaj reductor și cu dirijare automată care împiedică răsturnarea în timpul circulației ; o baterie de curent pentru distanța de 14 km ; un dispozitiv electronic de control, cu contor Geiger, pentru pornirea și oprirea căruciorului în timpul expunerilor ; o

sursă de cobalt 60, la exteriorul conductei, care activează contorul Geiger al aparatului.

Pentru examinarea sudurilor unei conducte, căruciorul este introdus în interiorul acesteia, după ce s-a fixat timpul de expunere la întrerupătorul orar. La exterior se așează filmul în jurul sudurii de examinat și se poziționează sursa radioactivă de control exterior. Căruciorul se oprește cînd întîlnește sursa de control, iar ciclul de operații începe automat. Acestea constau din: ieșirea sursei radioactive principale din containerul protector și fixarea acesteia în poziția de expunere; efectuarea expunerii și intrarea sursei în container.

Sistemul are o întîrziere de 40 s între îndepărtarea sursei de control și începerea expunerii, ceea ce permite operatorului să treacă cu această sursă la sudura următoare și să evite astfel radiațiile în timpul expunerii. Aparatul este prevăzut și cu un dispozitiv pentru semnale acustice diferite, care indică efectuarea fiecărei etape a ciclului de operații. Viteza căruciorului — care poate circula pe o pantă de 45% — este de 9 m/min. Pentru radiografii se folosește filmul Gevaert 7 și sursa de Iridiu 192, de 20 Ci. Timpul total pentru radiografia unei suduri este de 10 min cu doi operatori, față de 48 min timpul necesar metodelor convenționale.

Metoda descrisă este economică dacă numărul sudurilor ce trebuie examinate este mai mare de zece. Costul operațiilor este mic, iar pericolul radiațiilor este mult redus, datorită numărului mai mic și timpului mai scurt al expunerilor.

Ibraghnov, A.A. și colab. **Influența construcției sectoarelor asupra durabilității matricei sapelor cu diamante.** În: Za tehniceskii progress, **10**, nr. 6, iun. 1970, p. 25.

În procesul de dislocare a rocilor sub acțiunea apăsării axiale și a momentului de torsiune, pe suprafața de contact cu roca în matrice, se produc tensiuni tangențiale și de compresiune care, dacă depășesc anumite valori, duc la pierderea rezistenței matricei.

Aprecierea rezistenței sapelor cu diamante trebuie făcută în funcție de condițiile termice de lucru și de eforturile rezultate din tensiunile normale de compresiune și tangențiale la care sînt supuse. Partea cea mai solicitată a matricelor la sapele moderne cu diamante, este zona de trecere de la fața frontală bombată a sectoarelor spre periferie. În această zonă se produce de altfel și pierderea rezistenței materialului matricelor în procesul de săpare. Efectuarea matricelor cu fețe frontale mai bombate la sectoarele sapelor, nu este rațională.

Ahunov, S.M. și colab. **Experiența utilizării inelelor de polietilenă, pentru etanșarea racordurilor speciale ale prăjinilor de foraj.** În: Burenie, nr. 5, mai 1970, p. 25.

Se arată forma și modul de aplicare a inelelor de polietilenă pentru etanșarea filetului mare la racordurile speciale ale prăjinilor de foraj, precum și rezultatele pozitive obținute cu garniturile de foraj echipate.

Utilizarea inelelor de polietilenă contribuie la creșterea în medie cu 14% a vitezei mecanice de foraj și cu 2% a avansării pe sapă. Totodată ele contribuie la prelungirea duratei de serviciu a prăjinilor de foraj, cît și la utilizarea lor mult mai economică.

Nekrasov, A.M. și colab. **Dispozitiv de fund pentru înregistrarea apăsării axiale pe sapă în procesul de foraj.** În: Burenie, nr, 5, mai 1970, p. 22.

Se descrie construcția și principiul de funcționare a dispozitivului înregistrator tip ZRON — 2 pentru înregistrarea apăsării pe sapă în timpul forajului sondei.

Se arată rezultatele încercării acestui aparat la 3 sonde forate cu turbina și cu masa, utilizînd pentru dislocarea rocilor moi, medii și tari sape cu 3 conuri.

Rahimbaw, S.M., Baș, S.M. **Utilizarea acidului trioxiglutaric drept încetinitor de priză a pastelor de ciment pentru sondele cu temperaturi ridicate.** În: Burenie, nr. 5, mai 1970, p. 18.

Se descriu rezultatele cercetării acidului trioxiglutaric (TGG) aupra proprietăților pastelor de ciment la temperaturi pînă la 210°C și presiuni pînă la 600 kgf/cm². Experiența a arătat că un adaos de 0,05..0,70% TOG (la greutatea amestecului) permite prelungirea duratei de priză pînă la 2,5 .. 50,5 ore în condițiile de temperatură de 75... 210°C. Totodată se arată că reactivul este un plastifiator al pastelor de ciment și influențează pozitiv asupra rezistenței mecanice a pietrei de ciment.

În urma rezultatelor obținute se recomandă utilizarea TOG drept încetinitor de priză în cazul cimentării sondelor de țiței și gaze cu temperatură statică pînă la 250°C.

Nasrullaev, I.A. **Interferența sondelor în strate omogene cu regim elastic și permeabilități diferite.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 6, ian. 1970, p. 21.

Se analizează mișcarea lichidului elastic spre un șir liniar infinit de sonde aflate într-un strat omogen, cu regim elastic și zone cu permeabilități diferite și presiunile de fund constante.

S-a dedus o formulă simplă pentru calculul debitului de producție al sondelor. Cu formula dedusă s-au efectuat calcule numerice și s-au făcut comparație între debitul sondei calculat și debitul unei galerii.

S-a studiat influența neomogenității stratului asupra debitului sondei din șir.

Kolcin, V.A. și colab. **Indicator de nivel ultrasonic cu semnalizare.** În: Za tehniceskii progress, **10**, nr. 6, iun. 1970, p. 4.

Se examinează un indicator de nivel ultrasonic cu semnalizare, care permite urmărirea automată a evoluării variației nivelului lichidelor.

Partea electronică a indicatorului este montată pe semiconductori, fiind compusă dintr-un oscilator autoexcitat, un amplificator electronic, un repetitor emitor și un manipulator (cheie) electronic.

Deplasarea automată a cursorului în raport cu nivelul este asigurată cu ajutorul unui motor tip RD-0,9 comandat printr-un grup de contacte cu trei relee, din care două sînt conectate în circuitul colector al manipulatorului electronic. Momentul determinării de către cursor a nivelului de lichid este în funcție de poziția canalului superior acustic care palpează aerul (în această situație în cristalul său receptor lipsește semnalul ultrasonic), nivelul de lichid fiind controlat de canalul superior.

Precizia determinării nivelului cu ajutorul indicatorului ultraacustic cu semnalizare, este sub 1 mm.

Melik-Aslanov, L.S., Ibraghimov, E. I. **Cercetarea mecanismului de înfundare a filtrelor de nisip la o sondă inundată.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 6, ian. 1970, p. 25.

S-a elaborat o schemă specială pentru instalația de experimentare și o metodă detaliată de cercetare. S-a determinat

influența proceselor de coagulare asupra caracterului de înfundare a filtrelor propunîndu-se soluții pentru încetinirea procesului. Se arată influența contactului apă-țiței asupra intensificării proceselor de coagulare. Concluziile trase prezintă interes teoretic și practic.

Suleimaniv, A.B., Mamedov, T.M. **Cercetarea procesului de deparafinare a țevilor de liftare cu hidrocarburi dizolvate** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 6, iun. 1970, p. 30.

Se prezintă rezultatele cercetării privind deparafinarea țevilor de liftare.

S-a constatat că în toate cazurile dizolvarea parafinei cu pirocondensat este mai intensă, după care urmează în ordinea intensității absorbentul KOH-47-88 și KORD-ul.

Depunerea parafinei pe pereții țevilor peste o anumită grosime de strat influențează asupra intensității acțiunii de dizolvare.

Cînd intensitatea de dizolvare a parafinei este cu 25% mai mare decît în condiții statice viteza optimă de pompare a reactivului este de 60 m/s.

Zulfugarov, Z. G. și colab. **Rafinarea prin absorbție cu silicagel marca ksk a combustibilului pentru motoare diesel.** În: Azerbaigeanskoe nefteance hozeaistvo, **50**, nr. 6, iun. 1970, p. 32.

Pentru îndepărtarea din combustibilul pentru motoarele Diesel a acizilor naftenici, se face o rafinare prin absorbție cu ajutorul adsorbantului silicagel marca KSK.

În lucrare se arată avantajele metodei elaborate propunîndu-se construcția unei instalații-pilot, care să permită realizarea absorbției efective și a desorbției acizilor naftenici din combustibil, precum și regenerarea adsorbentului.

Movsumzade, E. M. și colab. **Condensarea prin silani a vinilpiridinei.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 6, ian. 1970, p. 35.

Se prezintă cercetările privind reacția de condensație prin triclorsilan, metildiclorsilan și dimetildiclorsilan a vinil piridinei.

Se arată că reacția este satisfăcător descrisă prin ecuația vitezei de reacție de ordinul doi.

S-a calcuat energia de activare a procesului de formare complexă a vinilpiridinei cu metildiclorsilan în CCl_4, în intervalul de temperaturi de la $-10°C$ la $+5°C$.

SCURTE ȘTIRI

Lucrări de extindere a prelucrării gazelor naturale în Austria

Societatea Mineralöl Verwaltung (ÖMV) proiectează a doua extindere a complexului de instalații Aderklaa pentru prelucrarea gazelor naturale din noile zăcăminte descoperite. Contractul de proiectare și construcție a fost semnat cu firma J.F. Pritchard din Kansas City pentru o instalație de 2,25 mil.m³/zi care cuprinde și o unitate pentru producerea sulfului elementar în starea de topitură. Gazele pentru această instalație vor fi aduse în august 1971 din zăcămîntul Schönkirchen, unde s-au forat sonde de la adîncimea de 5 000 m. Acesta este cel mai adînc zăcămînt de gaze din Europa și se dezvoltă foarte repede. Un alt zăcămînt a fost descoperit în Stiria la Stadlkirchen, cu o sondă de explorare la o adîncime de 600 m care produce 60 000 m³/zi. Alte două sonde sînt în curs de foraj. În același timp rafinăria Schwechat de lîngă Viena va monta o nouă instalație pentru hidrodesulfurarea motorinei și a uleiului de fusuri, la care se va adăuga o unitate de epurarea gazelor cu MEA și o unitate Claus. În instalația HDS se va prelucra o cantitate de 900 000 t/an după procedeul BASF. Firma H. Koppers din Essen va furniza și construi acest grup de instalații. Gazele reziduale din unitatea DHS vor fi tratate pentru producerea sulfului de 99,9% puritate.

Cercetări noi în domeniul combustibililor lichizi

Se știe că microorganismele, care se pot dezvolta în anumite condiții în rezervoarele de depozitare a combustibililor lichizi pentru turboreactoare, trec în rezervorul și sistemul de alimentare al avionului, înfundînd filtrele și provocînd uneori accidente grave. De curînd prof. Yaroslav Pauskin a preparat un compus chimic care sterilizează combustibilul, fără să-i influențeze proprietățile energetice sau compoziția chimică. Încercările cu noul aditiv efectuate la Batum, au arătat eficacitatea acestuia la îndepărtarea microorganismelor din combustibili. Cercetările pentru eliminarea sarcinilor de electricitate statică — care apar în timpul pompării cu viteze mari a combustibililor lichizi, — au dus, de asemenea, la elaborarea unei substanțe care transformă produsele petroliere din lichide dielectrice în lichide conductoare, sarcinile electrice scurgîndu-se la pămînt fără să constituie un pericol de incendiu.

Prima mare rafinărie de stat din S.U.A.

ECA — Energy Company of Alaska — va construi o rafinărie cu capacitatea de 15 000 bbl/zi (2 385 m³/zi), în apropiere de Fairbanks. Această primă rafinărie de stat, va fabrica o gamă largă de produse petrolifere, inclusiv motorină, combustibil diesel, și combustibilul pentru turbine de aviație.

Complexul va intra în funcțiune în toamna anului 1972, pentru a coincide cu construcția conductei de țiței TAPS (Trans-Alaska-Pipelin-System).

A doua încercare a navei comerciale Manhattan de a traversa regiunea arctică

Nava comercială Manhattan, amenajată în spărgător de gheață și petrolier de 115 000 tdw, a fost prima navă care a afectuat în lunile sept., oct., noiembr., 1969, traversarea regiunii arctice, de la NV, din Marea Beaufort, situată la nord de Alaska, spre Oceanul Atlantic, pînă la Philadelphia (S.U.A.).

La data de 3 april. 1970, Manhattan a plecat în a doua călătorie, proiectată pentru 6-8 săptămîni.

Nava este echipată cu instalații radar pentru detectarea ghețarilor.

Costul expedițiilor este suportat 90% de grupul Esso (Humble Oil and Refining Company) și 10% Atlantic Richfield Co. împreună cu British Petroleum Oil Co.

Aprobarea proiectului construcției conductelor pentru importul gazelor din Canada în S.U.A.

Federal Power Commission (FPC) a aprobat proiectul celor trei conducte

de gaze din Canada, pînă în regiunea Midwest, din S.U.A. costul lor reprezentînd 50,5 mil. $.

Aceste conducte vor transporta, în următorii 25 de ani, cantitatea de 24,8 mrd. m^3 — gaze naturale din Canada, în S.U.A.

Inaugurarea centrului de cercetări al societății Schell Berre de la Grand Couronne (Franța)

Acest centru grupează laboratoare i echipe speciale aparținînd societății Shell Berre, care erau pînă acum dispersate.

Centrul instalat la 4 km distanță de rafinăria de la Petit Couronne, a societății Schell a fost inaugurat la 14 mai 1970.

Scopul concentrării acestor laboratoare este de a stabili un contact mai ușor între laboratoarele și echipele de lucru, să amelioreze coordonarea studiilor prin eliminarea suprapunerilor, economisind materialul costisitor.

În esență, Centrul a realizat regruparea a două laboratoare, cel de la Nanterre și cel de fizico-chimie de la Petit Couronne. Unitățile semiindustriale pilot, instalate la rafinării, vor rămîne pe loc.

Centrul de probe (Centre d'Essais) U.R.G. de la Levallois va fi adus mai tîrziu după ce clădirea va fi complet terminată.

Personalul se compune din 220-230 cercetători, care au vîrsta medie de 35 ani.

Cercetătorii păstrează legătura cu omologii lor de la laboratoarele Dutch Shell de la Amsterdam (Olanda), Thornton — (Anglia) și Schell Oil (S.U.A.).

CRONICĂ

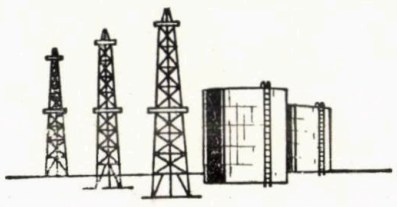
Al doilea congres internațional al gazelor naturale lichefiate

Între 19 — 23 octombrie a.c., se va ține la Paris în saloanele,, *Maison de la Chimie*'', 28 bis, Rue Saint Dominigue, al doilea Congres internațional al gazelor naturale lichefiate (G.N.L.—2, organizat de L'Union Internationale de L'industrie du l'Institut Gaz, International de la Réfrigération și l'Institute of Gas Technology. În același timp, se va deschide o expoziție a materialelor și aparatelor utilizate în industria gazelor naturale fichefiate. Comitetul de organizare, prezidat de Mr. G. Robert, 15, Rue Lübeck, Paris 16—e, Tel. 704-48-00, primește participările la acest congres.

Tema principală a congresului va fi: GNL- gaze internaționale. În timpul congresului și la sfîrșitul sesiunilor tehnice, participanții vor vizita instalații interesante în Franța, Italia și Spania.

Programul congresului cuprinde șapte sesiuni în care se vor prezenta comunicări referitoare la următoarele teme:

1. Istoria dezvoltării și rolul industrie gazelor naturale și a GNL în energia mondială.
2. Dezvoltarea tehnologiei GNL.
3. Proiecte pentru transportul pe mare al gazelor lichefiate.
4. Experiențe practice în producerea GNL pentru consumul de vîrf.
5. Utilizările GNL.
6. Piața mondială a GNL.



MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS OSZTÁLY 1883

PREZENTAREA MANUSCRISELOR

Materialele se pot prezenta redacției spre publicare fie sub formă de articole, fie sub formă de scurte comunicări. Nu se primesc spre publicare memorii tehnice sau rapoarte tehnice adresate forurilor superioare.

De asemenea, în revista Petrol și Gaze nu se pot publica lucrări apărute în alte reviste similare din țară sau străinătate. Prin apariția unei lucrări în revista Petrol și Gaze dreptul de autor trece asupra revistei. Ca atare, această lucrare nu mai poate fi trimisă spre publicare integral sau parțial unei alte reviste de specialitate decît cu autorizația Comitetului de redacție al revistei Petrol și Gaze.

Fiecare manuscris trimis spre publicare revistei Petrol și Gaze trebuie să fie însoțit de aprobarea, în scris, pentru publicare, din partea institutului sau întreprinderii în cadrul căreia s-a efectuat lucrarea.

Manuscrisele se vor înainta redacției în două exemplare bătute la mașină la două rînduri (31 rînduri × 65 bătăi = = 2 000 semne pe pagină) pe o singură față a hîrtiei, cu paginile numerotate în continuare. Se vor evita pe cît posibil corecturi de mînă. Volumul textului de articol să nu depășească 10—15 pagini bătute la mașină (fără figuri). Materialele pentru rubrica „Scurte comunicări" să nu depășească două pagini scrise la mașină. Manuscrisele vor cuprinde :

1. Titlul lucrării cît mai precis din care să reiasă exact, concret și complet conținutul lucrării.

2. Prenumele și numele complet al autorilor.

3. Denumirea laboratorului sau a secției din institutul sau întreprinderea în care s-a efectuat lucrarea.

4. Textul lucrării.

4.1. Redactarea lucrării să fie simplă, concisă și limpede ; se vor evita repetări și lungiri inutile cu materiale care nu sînt legate direct de subiect.

4.2. Structura articolului să fie astfel încît partea introductivă de documentare să fie distinctă de partea de contribuție originală. Unde este cazul, această din urmă parte să fie subdivizată în : partea experimentală, interpretarea rezultatelor și partea de discuție.

4.2.1. Partea introductivă va cuprinde în mod clar și concis expunerea generală a problemei atacate ; se vor evita considerațiile prea generale sau repetarea unor fapte cunoscute. Ca dimensiune, partea introductivă să reprezinte cel mult a patra parte din volumul total al lucrării.

4.2.2. Partea experimentală va cuprinde expunerea lucrărilor efectuate în modul cel mai clar, simplu și concis posibil. Se recomandă ca rezultatele experimentărilor să fie date sub formă fie de tabele, fie de diagrame, dar nu sub ambele forme.

4.2.3. Interpretarea sau discuția rezultatelor lucrării se va face printr-o expunere purtată la un înalt nivel științific, ținîndu-se seamă de lucrările literaturii de specialitate mondiale din acest domeniu.

4.2.4. Se recomandă ca la sfîrșitul articolului să se introducă, dacă este posibil, concluzii rezumative asupra lucrării prezentate.

4.3. Diagramele, figurile și fotografiile vor fi desemnate „figuri". Ele vor fi numerotate în continuare, cu cifre arabe, indicîndu-se la marginea manuscrisului pentru fiecare figură locul aproximativ unde trebuie să apară în text. Legendele figurilor se vor scrie pe o foaie separată. Referirile la figuri se vor face prin numere, nu cu cuvintele „mai sus" sau „mai jos". Se recomandă ca numărul figurilor să fie cît mai redus posibil.

Figurile se vor desena pe foi separate cît mai clar și explicit, în mărime dublă decît urmează să apară tipărite. Fotografiile se vor preda sub formă de copii pozitive și nu clișee. Pe verso se vor indica titlul articolului și numele autorului.

4.4. Tabelele vor fi numerotate în continuare cu cifre arabe. Fiecare tabelă va avea un titlu explicativ. Dimensiunile tabelelor trebuie să corespundă formatului revistei. Unitățile folosite trebuie specificate explicit. Referirile la tabele se vor face după numere (ca la figuri).

4.5. Formulele care pot fi culese la tipărire vor fi bătute, la mașină în text ; cele care nu se pot culege tipografic și, deci, necesită clișee, trebuie desenate pe foi separate, cît mai clar posibil, indicîndu-se în manuscris locul unde trebuie introdus clișeul respectiv. Referirile din text la formule se pot face prin numere romane scrise între paranteze rotunde.

4.6. Prescurtările și unitățile de măsură se vor nota după STAS-urile în vigoare.

5. Indicațiile bibliografice vor fi numerotate în continuare, în ordinea citării și notate în text prin cifre corespunzătoare, în paranteze pătrate.

5.1. Citarea articolelor de revistă trebuie să cuprindă : numele tuturor autorilor cu inițiala prenumelui (înaintea ultimului autor se va scrie : și), titlul periodicului prescurtat (după ultima ediție de la List of Periodicals Abstracted by Chemical Abstracts), numărul volumului (tomului) în cifre arabe, subliniat, numărul de ordine al numărului periodicului, anul apariției și pagina la care începe precedată de prescurtarea p.

În cazul cînd referința nu a fost citită în original, se va indica după ea și revista de referate care a fost consultată.

5.2. Citarea textelor din cărți sau tratate trebuie să cuprindă : numele tuturor autorilor cu inițiala prenumelui, titlul cărții, numărul ediției în cifre arabe, editura, numărul volumului (tomului) subliniat, localitatea unde a fost editată cartea, anul apariției, pagina (sau paginile) la care se face referirea, precedată de prescurtarea p.

5.3. Citarea patentelor trebuie să cuprindă : autorul sau firma, țara și numărul patentului, data și revista de referate.

1.6. Un rezumat de 10—15 rînduri dactilografiate al conținutului care va reflecta cît mai fidel, într-o formă concisă și clară, scopul și conținutul lucrării, va fi predat pe o foaie separată.

7. Numele, adresa și numărul de telefon al autorului articolului delegat să ducă discuțiile cu redacția și să semneze pentru „bun de tipar" vor fi indicate, de asemenea, pe o foaie separată.

Pentru modificări redacționale esențiale pe manuscrise redacția va cere aprobarea autorilor. Aceștia vor primi în orice caz articolul în formă culeasă pentru corecturi tipografice de „bun de tipar". Corecturile trebuie efectuate după STAS 1032—59 „Corecturi tipografice". Autorii au dreptul să modifice numai greșeli tipografice sau erori ; nu se va ține seamă de modificări stilistice. Materialul corect trebuie restituit redacției revistei Petrol și Gaze în decurs de cel mult două zile.

Materialele destinate publicării vor fi trimise pe adresa : Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, revista Petrol și Gaze, Bd. N. Bălcescu 16, sectorul 1, București.

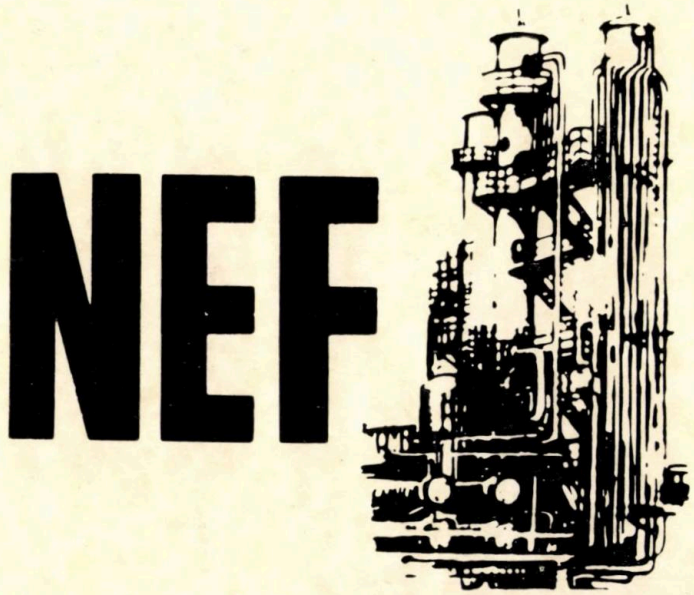
Revista PETROL ȘI GAZE, organ al Ministerului Petrolului și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sectorul I, Telefon 14.72.10/130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament : Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, telefon 14.72.10/184 Bd. Nicolae Bălcescu, nr. 16, cont 640 301—14, Banca Națională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorul I, București. Tarif pentru întreprinderi : lei 160 anual ; tarif pentru abonamente individuale : lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8.
Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. nr. 10/50/1968.
Tiparul : Întreprinderea poligrafică „Informația", București — c- 5701

Lei 8

14330

UNIUNEA ECONOMICĂ DE STAT NEFTOCHIM

Extracţie ţiţei şi gaz metan



NEFTOCHIM

PRODUCŢIE : benzină pentru autovehicule, combustibil pentru motoare cu reacţie, motoare Diesel, şi cazane, uleiuri pentru axuri, maşini, turbine, instalaţii frigorifice, uleiuri industriale şi lubrifianţi, unsori consistente, gaz lichefiat şi diferite produse petrochimice de înaltă calitate

IMPORT : ţiţei brut, combustibil lichid de toate tipurile, uleiuri minerale, parafină, cerezină, asfalt ş. a.

EXPORT : Combustibil Diesel, păcură, benzine, lubrifiante şi produse petrochimice, diamină de etilen, triamină dietilenică, glicol monoetilenic, dietilenglicol, oxid de etilenă, ortoxilen, paraxilen, stiren, polistiren, cauciuc sintetic, acrilonitril, benzen, detergenţi ş. a.

Alimentare cu combustibil

În porturile **de la Marea Neagră, Varna şi Burgaz**, păcură, **motorină şi lubrifianţi**

Administrează

O reţea deasă de staţii de alimentare în Bulgaria cu servicii auto şi vînzarea de mici piese de schimb

---

SOFIA—Bulgaria 11 Str. August nr. 6 Telefon: 88—09—21/24 Adresa telegrafică: PETROCHIM SOFIA Telex : 22461, 22462

PUBLICOM

PROTAGONIȘTI IN TEHNICĂ

RAFINAREA, o contribuție de seamă pentru lumea de mîine

Inginerii firmei SNAM PROGETTI, protagoniști de frunte ai noilor realități, și-au lăsat amprenta în lumea întreagă, prin lucrări fundamentale.

Angajații și ideile firmei SNAM PROGETTI au lansat o tehnică nouă pentru proiecte mari, planuri de viitor pentru o producție lărgită și de o mai bună calitate, precum și investiții eficiente în industria de petrol și gaze naturale.

Această contribuție este rezultatul proceselor originale aplicate zi și noapte în uzine pilot și în sute de rafinării de la Tierra del Fuego pînă în Norvegia, apoi în Bahama în Islanda, precum și în bătrîna Europă.

SNAM PROGETTI : un rezervor de forță umană și creatoare pentru toate timpurile.

SNAM PROGETTI

Grupul ENI 20097, San Donato Milan/Italia

CONSTRUCȚII TEHNICE ȘI LIVRĂRI DE RAFINĂRII; INSTALAȚII PETROCHIMICE ȘI NUCLEARE; CONDUCTE DE PETROL ȘI GAZE; CERCETĂRI TEHNICE ȘI ȘTIINȚIFICE

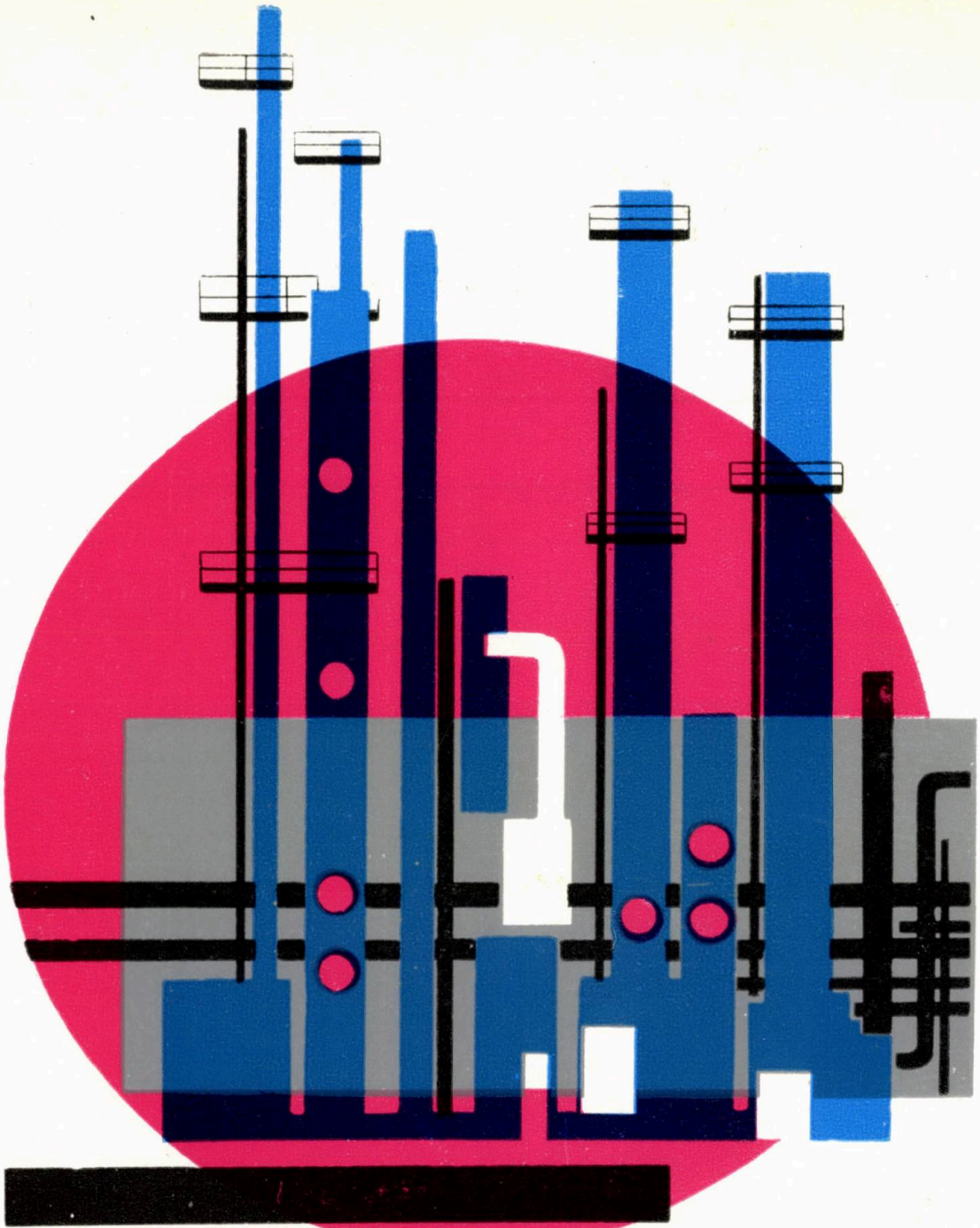
PUBLICOM

E 1445

PETROL ŞI GAZE

NOIEMBRIE 1970
Vol. 21 p. 625–692
BUCUREŞTI
ROMÂNIA

11



rafinaria PLOIEȘTI

Rafinăria Ploiești fabrică ulei de transformator Tr. 30 corespunzător celor mai exigente condiții calitative impuse de piața străină: V.D.E., British Standard.

Datorită faptului că se obține din țițeiuri selecționate, prin procese de rafinare adîncă, uleiul posedă calități superioare în ceea ce privește stabilitatea termică și constantele dielectrice, asigurînd o funcționare îndelungată a transformatorului în condiții de climat foarte variat.

S-au introdus în fabricație două sortimente de uleiuri albe tehnice de calitate superioară similare celor mai bune produse din străinătate.

Datorită calităților sale, uleiul alb ușor CRISTAL este folosit cu succes la fabricarea polietilenei, avînd rolul de eluent al inițiatorilor de polimerizare ai etilenei.

VOL. XXI, Nr. 11
noiembrie 1970

PETROL și GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacția: Bd. N.Bălcescu, 16 ● Telefon 16.78.78 ● BUCUREȘTI ● ROMÂNIA

CUPRINS

I. Dumitru: **A 61-a aniversare a industriei de gaz metan din România** 631–633

Val. Stănescu: **Problemele formării petrolului în Avanfosa carpatică internă, după exemplul unor structuri diapire** 634–638

O. Dicea și P. Duțescu: **Contribuții la studiul prepanonianului din Bazinul Zalău (Depresiunea panonică)** 639–642

Al.Babskow, V. Negoiță și C. Niță: **Interpretarea automată a pandajmetriei continue cu ajutorul calculatoarelor numerice** 643–655

M. Constantinescu: **Situația actuală a forajului de adîncime** 656–660

C. Busuiocescu: **Curbele de rezistență tracțiune-turtire oferă posibilități mai mari de combinare a burlanelor decît diagramele de tubaj** 661–665

G. A. Rădulescu, S. Rașeev și M. Ilea: **Energia superficială liberă la adsorbția unor hidrocarburi pe cărbune activ** 666–669

R. Russu și I. Ghejan: **Considerații asupra schimbului de ioni în site moleculare cristaline** 670–676

Gh. I. Bărbatu, I. Lință și V. Drăghia: **Optimizarea deservirii beneficiarilor la stațiile de desfacere a produselor petroliere** 677–680

P. A. Junev și R. F. Usvatov: **Robinete cu cep sferic cu trecere uniformă pentru conducte de gaze** 681–683

NOTE TEHNICE 684–685

DOCUMENTARE 686–688

SCURTE ȘTIRI 688–691

RECENZII 692

CRONICĂ 692–693

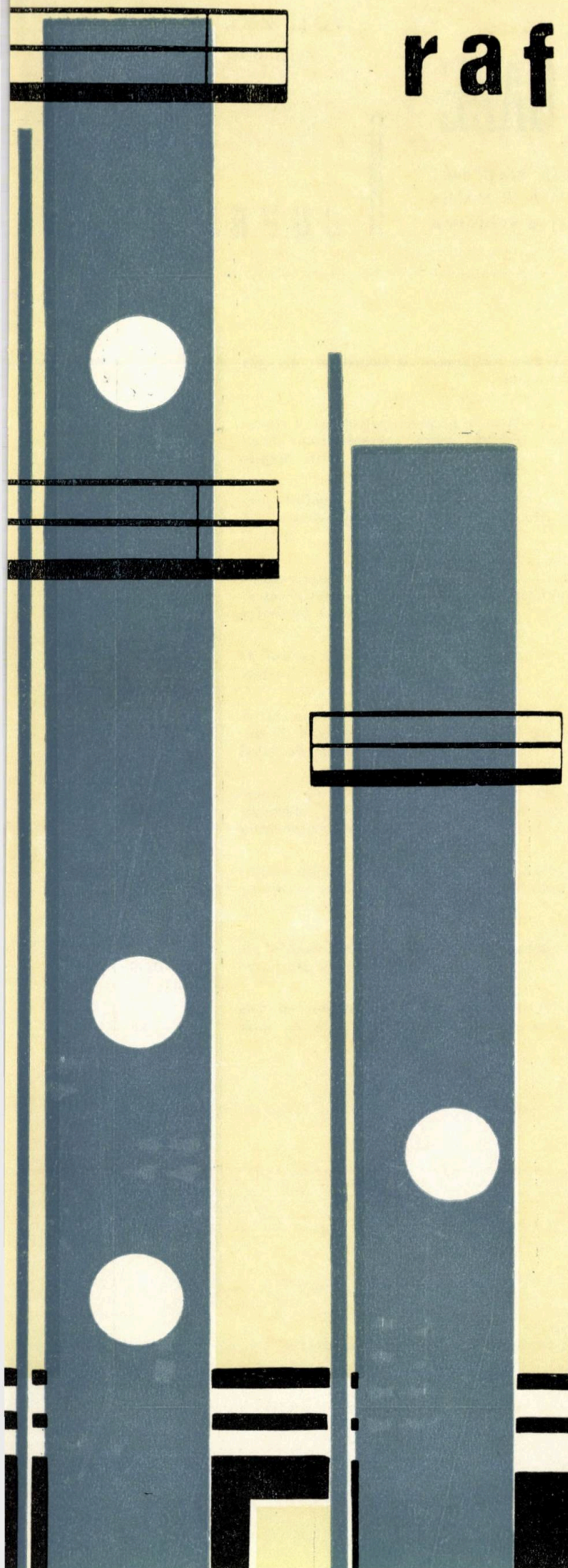
Fotografia de pe coperta I reprezintă:
VEDERE GENERALĂ – RAFINĂRIA BRAZI

COMITETUL DE REDACȚIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. Gh. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, econ. E. MAREȘ, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. Gh. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUȘCOIU, ing. N. ROȘCA, ing. N. STOIANOV, ing. A. ZBEREA, ing. Gh. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ

Redactor
ing. Aurelia Burleatu

rafinaria TELEAJEN



RAFINÁRIA TELEAJEN PRODUCE LICHIDE PENTRU PROTECȚIA ANTICOROSIVĂ ȘI CONSERVAREA PIESELOR METALICE, C. 1, ȘI C. 2, SIMILARE CELOR MAI BUNE PRODUSE DIN STRĂINĂTATE.

POT FI FOLOSITE ÎN CONDIȚII DE CLIMAT TEMPERAT ȘI TROPICAL ASIGURÎND PROTECȚIA ȘI CONSERVAREA PENTRU O PERIOADĂ DE MINIMUM UN AN. PREZINTĂ AVANTAJUL CĂ POT FI ÎNDEPĂRTATE CU UȘURINȚĂ PRIN SIMPLĂ SPĂLARE CU PETROL, WHITESPIRIT SAU BENZINĂ.

CONTENTS

I. Dumitru: **The 61 anniversary of the methane gas industry in Romania** 631—633

V. Stănescu: **The problems of oil formation in the internal Carpathian Foredeep following the example of some diapyrous structures** 634—638

O. Dicea, P. Duțescu: **Contribution to the study of the Pre-Panonian from the Zalău Basin (Panonic Depression)** 639—642

Al. Babskow, V. Negoiță, C. Niță: **The automatic interpretation of the continuous pandajmetry by means of digital computers** 643—655

M. Constantinescu: **The present stage of deep drilling** 656—660

C. Busuiocescu: **The traction-flattening resistance curves offer greater possibilites of combining the casings than the casing running diagrams** 661—665

G. A. Rădulescu, S. Rașeev, M. Ilea: **The free superficial energy at the adsorption of some hydrocarbons on charcoal** 666—669

R. Russu I. Ghejan: **Considerations concerning the ion exchange in cristalline molecular sieves** 670—676

Gh. I. Bărbatu, I. Lință, V. Drăghia: **The optimizing of the service to the customers of the oil-product selling stations** 677—680

P. A. Junev, R. F. Usvatov: **Sphaerical-head taps with uniform passage for gas lines** 681—683

V. Stănescu: **The problems of oil formation in the internal Carpathian Foredeep following the example of some diapyrous structures**

The study of the composition of crude oils from the Neogenous molasse of the internal Carpathian Foredeep and from its Palaeogenous substratum on some diapyrous structures revealed three types of oil on different evolution gradients, namely: a poorly developed one in the Oligocene, a more developed one in the Miocene and the Meotian and a very poorly developed one in the Dacian-Levantine. The three stratigraphic intervals with different types of crude oils represent as many oil formations.

The Oligocene oil is autochtonous, but it has been formed during the Miocene — or the Pliocene; the Miocene-Meotian oil was formed during the Helvetian possibly the Tortonian, rohereas the Dacian-Leventine oil was formed starting from the Pontian up to the Upper Pliocene.

Petrol și Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 634
D. C. 553.982.2

O. Dicea, P. Duțescu: **Contribution to the study of the Pre-Panonian from the Zalău Basin (Panonic Depression)**

The paper contains some new data obtained by drilling concerning the stratigraphy and tectonics of a limited sector from the Panonic Depression (the Zalău Basin). The development area of the Danian- Palaeocene, Burdigalian-Helvetian, Tortonian, Buglovian and Sarmatian under the covering of the Panonian deposits is delimited.

Some arguments are set forth for the separation of the Burdigalian-Helvetian and the Buglovian.

The line of the main tectonic accidents creating the horst and graben structure of the studied sector is followed in detail from the tectonic viewpoint.

Petrol și Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 639
D. C. 551.782

Al. Babskow, V. Negoiță, C. Niță: **The automatic interpretation of the continuous pandajmetry by means of digital computers**

The paper presents a method worked out and tested by the authors for the automatic interpretation by means of digital computers of the continuous pandajmentry, a geophysical operation which determines the inclination as against the horizontal plane and the inclination direction of the strata traversed by boreholes.

The continuous pandajmetry apparatus used permits the simultaneous recording of the following curves:

— three microresistivity (micro-con ductivity) curves whose correlation allows to define the stratus plane

— four curves representing the borehole inclination and diameter as well as the orientation of the device in the borehole making it possible to deduce the inclination elements of the stratum plane.

The curve correlation method achieved by means of digital computers as well as the calculus of the inclination elements are pointed out.

The organisms of the programs used and the algorythm of the mathematical program are also presented.

Petrol și Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 643
D. C. 681.142.523.8:550.81

C. Busuiocescu: **The traction-flattening resistance curves offer greater possibilities of combining the casings than the casing running diagrams**

The advantages and drawbacks of the presently used method of designing the casings on the basis of casing ranning diagrams are shown. The theoretical principles and experimental methods which are at the basis of a new graphic method of establishing the casing running profile using the traction-flattening resistance curves are presented. An application of the method to a calculus of a casing is also given for illustration purposes. The same casing is designed by means of the known method of the casing running diagram. In the light of a comparison between the two methods, some conclusions are drawn concerning the cases in which it is advisable to use the casing designing method based on the traction-flattening resistance curves.

Petrol și Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 661
D. C. 622.245-12

R., Russu, I. Ghejan,: **Considerations concerning the ion exchange in cristalline molecular sieves**

After stressing the importance of the structure and texture of an amorphous support for the activity of a catalyst, the authors briefly point out the advantages offered by the cristalline structure of the molecular sieves used for this purpose. One presents an original method of determining the variation in pore diameter with the ionic exchange degree by adsorption of substances whose molecular dimensions have been previously determined. It has thus been established that the Na Ca ion exchange in the molecular sieve X does not lead to a linear variation in pore diameter with the exchange degree, but several distinct positions of these ions exist in the structure, positions which impar to them special characteristics.

Petrol și Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 670
D. C. 661.183.6

СОДЕРЖАНИЕ

И. Думитру: **61-ая годовщина газовой промышленности Румынии** 631—633

В. Стэнеску: **Вопросы образования нефти в внутренней карпатской Аванфосе, по примеру ряда диапировых структур** 634—638

О. Дича, П. Дуцеску: **К вопросу изучения препаниониана в бассейне Залэу (Панонская депрессия)** 639—642

А. Бабсков, В. Негоицэ, К. Ницэ: **Автоматическая интерпретация непрерывного определения падения пласта при помощи цифровой вычислительной машины** 643—655

М. Константинеску: **Внешнее положение глубинного бурения** 656—660

К. Бусуйоческу: **Кривые по сопротивлению натяжке — смятию дают бо́льшие возможности комбинирования обсадных труб чем диаграммы крепления обсадными трубами** 661—665

Г. А. Рэдулеску, С. Рашеев, М. Иля: **Поверхностная свободная энергия при адсорбции ряда углеводородов на активированном угле** 666—669

Р. Руссу, И. Гежан: **В связи с ионообменом в кристаллических молекулярных ситах** 670—676

Г. Бэрбату, И. Линцэ, В. Дрэгия: **Оптимизация обслуживания заказчиков на станциях по продаже нефтяных продуктов** 677—680

П. А. Жунев, Р. Ф. Усватов: **Краны со сферической пробкой с выровненным прохождением для газопроводов** 681—683

В. Стэнеску: **Вопросы образования нефти в внутренней карпатской Аванфосе, по примеру ряда диапировых структур**

Изучение состава нефтей из неогенной молясы карпатской Аванфосы и из его палеогенного субстрата на ряд диапировых структур, выявляет три типа нефти на различных ступенях эволюции: один в Олигоцене, не особенно эволюированный, другой в Миоцене и Миоцеане, более эволюированный и другой в Дакийско-Левантинской, очень слабо эволюированный. Эти три стратиграфические периода с различными типами нефти представляют такое же число нефтяных формаций. Нефть из Олигоцена является коренной, но она образовалась во время Миоцена или Плиоцена; нефть из Миоцена-Меоциана образовалась во время Гельветического яруса и возможно в Тортониане, а нефть из Дакийско-Левантинского яруса образовалась начиная с Понтического периода до верхнего Плиоцена.

Petrol şi Gaze **21**, 1970, nr. 11, p. 634
Д. К. 553.982.2

О. Дича, П. Дуцеску: **К вопросу изучения препаниониана в бассейне Залэу (Панонская депрессия)**

В работе приводятся новые данные полученные путем бурения в стратиграфии и тектонике ограниченного района из Панонской депрессии (Бассейн Залэу). Разграничивается ареал развития даниан-палиоцена, бурдигалиан-гельвециана, тортона, бугловияна и сармата под покровом панонских отложений. Приводятся аргументы по отделению бурдигалиана- гельвециана и бугловиана.С тектонической точки зрения исследуют подробно трассу основных тектонических неровностей почвы которые образуют выступы и вершины изучаемого района.

Petrol şi Gaze **21**, 1970, nr. 11, p. 639
Д.К. 551.782

А. Бабсков, В. Негоицэ, К. Ницэ: **Автоматическая интерпретация непрерывного определения падения пласта при помощи цифровой вычислительной машины**

В статье приводится проработанный и испытанный авторами метод по автоматической интерпретации непрерывного определения падения пласта при помощи цифровой вычислительной машины, геофизическая операция которая определяет уклон по сравнению с горизонтальным планом и направление уклона проиденных слоев буровыми скважинами. Применяемая аппаратура непрерывного определения падения пласта обеспечивает одновременную регистрацию следующих кривых: — три кривых по микросопротивлению (микропроводимости) из корреляции которых определяют план слоя; четыре кривых которые указывают наклон и диаметр скважины и ориентацию аппарата в буровой скважине, при помощи которых выводят элементы уклона плана слоя. Приводят способ корреляции кривых, произведенной при помощи цифрового вычислителя, а также вычисление элементов уклона. Приводят организмы применяемых программ и алгорифм математической программы.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 643
Д.К. 681.142.523.8:550.81

К. Бусуйоческу: **Кривые по сопротивлению натяжке - смятию дают большие возможности комбинирования обсадных труб чем диаграммы крепления обсадными трубами**

Указываются преимущества и недостатки метода проектирования колонны обсадных труб на основании диаграмм крепления применяемых в настоящее время. Приводят теоретические принципы и опытные результаты которые лежат в основе нового графического метода по определению профиля крепления, применяя кривые по сопротивлению натяжке-смятию обсадных труб. Проводят разработку расчета одной колонны с применением изложенного метода. Та же колонна проектируется применяя известный метод диаграммы крепления. В результате сравнения этих двух методов, делают заключения относительно случаев для которых рекомендуется применение метода проектирования колонн на основании кривых по сопротивлению натяжке-смятию.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 661
Д.К. 622.245.12

Р. Руссу, И. Гежан: **В связи с ионообменом в кристаллических молекулярных ситах**

После изложения значения которое имеют структура и текстура аморфной основы на работу катализатора, указываются вкратце преимущества которые дает кристаллическая структура молекулярных сит применяемая с этой целью. В работе приводится оригинальный метод по определению изменения диаметра пор со степенью ионообмена, путем адсорбции веществ, молекулярные размеры которых были определены предварительно. Таким образом установили, что ионообмен Na-Ca в молекулярном сите X не ведет к линейному изменению диаметра пор со степенью обмена, а что существует большое число различных позиций этих ионов в структуре, позиции которые придают им специальные характеристики.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 670
Д.К. 661.183.6

INHALT

I. Dumitru : **61. Jahrestag der Erdgasindustry in Rumänien** 631—633

V. Stănescu: **Probleme der Erdölbildung in der Inneren Karpatenhöhlung nach dem Beispiel der Diapirfaltung** 634—638

O. Dicea, P. Duţescu: **Beiträge zum Studium des Vorpannoniums im Zalău-Becken (Pannoniasche Depression)** 639—642

Al. Babskow, V. Negoiţă, C. Niţă: **Automatische Auswertung der kontinuierlichen Pandagemetrie mit Hilfe nummerischer Rechner** 643—655

M. Constantinescu: **Gegenwärtige Lage der Tiefbohrung** 656—660

C. Busuiocescu: **Widerstandskurven Zug-Stauchung bieten grössere Möglichkeiten der Rohrzusammenstellung als die Verrohrungsdiagramme** 661—665

G. A. Rădulescu, S. Raşeev, M. Ilea: **Freiwerdende Oberflächenenergie bei der Adsorbtion einiger Kohlenwasserstoffe auf Aktivkohle** 666—669

R. Russu, I. Ghejan: **Betrachtungen in bezug auf den Ionenaustausch in kristallinen Molekularsieben** 670—676

Gh. I. Bărbatu, I. Linţă, V. Drăghia: **Optimalgestaltung des Dienstleistungen an Tankstellen, beim Absatz der Erdölerzeugnisse** 677—680

P. A. Junev, R. F. Usvatov: **Kugelventile mit gleichmässiger Durchgang für Gasleitungen** 681—683

V. Stănescu: **Probleme der Erdölbildung in der Inneren Karpatenhöhlung, nach dem Beispiel der Diapirfaltung**

Die Untersuchung der Erdölzusammensetzung in der neogenen Molasse der Inneren Karpatenhöhlung und deren paläogenen Untergrund an einige diapiren Strukturen ergaben drei Erdölarten mit unterschiedlichen Entwicklungsstufen : eine, weniger entwickelte Art aus dem Oligozän, eine entwickeltere aus dem Miozän und Meozian und eine äusserst gering entwickelte aus dem Dazian-Levantin. Die drei stratigraphischen Bereiche mit unterschiedlichen Erdölarten, stellen ebensoviele Erdölformationen dar.

Das Erdöl aus dem Oligozän ist einheimischer Herkunft, und wurde im Miozän oder Pliozän gebildet. Das aus dem Miozän-Meozän stammende Erdöl entstand im Helvetian und eventuell im Torton, während das Erdöl aus dem Dazian-Levantin in der Zeitspanne zwischen Pontian und dem Oberen Pliozän entstanden ist.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 634
D. K. 553.982.2

O. Dicea, P. Duţescu: **Beiträge zum Studium des Vorpannonium im Zalău-Becken (Pannonische Depression)**

Der Aufsatz enthält neue, durch Bohrungen erzielte Daten über die Stratigraphie und Tektonik eines beschränkten Gebiets der Pannonischen Depression (dem Zalău-Becken). Es wird das Entwicklungsgebiet des Danian-Paläozens, des Burdigal-Helvetians, des Tortons, Buglovians und Sarmats unter der Decke der pannonischen Schichten abgesteckt.

Es werden Argumente zur Abtrennung des Burdigal-Helvetians vom Buglowian erbracht.

Vom tektonischen Standpunkt aus wird eingehend die Trasse der bedeutendsten Erderhebungen verfolgt, die Horste und Gräben im untersuchten Gebiet bilden.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 639
D.K. 551.782

Al. Babskow, V. Negoiţă, C Niţă: **Automatische Auswertung der kontinuierlichen Pandagemetrie mit Hilfe nummerischer Rechner**

Es wird ein, von den Verfassern bearbeitetes und getestetes Verfahren zur automatischen Bestimmung, mit Hilfe nummerischer Rechner, der kontinuierlichen Pandagemetrie dargelegt, einer geophysikalischen Operation zur Bestimmung der Neigung gegenüber der horizontalen Ebene und der Neigungsrichtung der Schichten, die von Sondebohrungen durchquert werden.

Die zu diesem Zweck verwendete Apparatur sichert :

— Drei Kurven der Mikrowiderstandsfähigkeit (Mikroleitfähigkeit), durch deren Korrelation die Schichtebene ermittelt wird.

— Vier Kurven, die die Neigung und den Durchmesser des Bohrlochs, sowie die Ausrichtung des Geräts im Bohrloch darstellen und mit deren Hilfe die Neigungselemente der Schichtebene abgeleitet werden.

Es wird die Korrealtionsweise der Kurven, die mit Hilfe des nummerischen Rechners durchgeführt wird, sowie die Berechnung der Neigungselemente dargelegt.

Abschliessend werden die Organismen der verwendeten Programme und der Algorithmus des mathematischen Programms erläutert.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 643
D.K. 681.142.523.8:550.81

C. Busuiocescu: **Wirderstandskurven Zug-Stauchung bieten grössere Möglichkeiten der Rohrzusammenstellung als die Verrohrungsdiagramme**

Der Verfasser weist auf die Vor-und Nachteile der Entwurfsmethode für die Rohrfahrt auf Grund der, zur Zeit angewandten Rohrfahrtdiagramme hin. Es werden die theoretischen Grundsätze und die Versuchsergebnisse dargelegt, auf denen eine neue graphische Methode zur Festlegung des Rohrprofils fusst, und zu welchem Zweck die Widerstandskurven Zug-Stauchung der Bohrrohre verwendet werden.

Mit Hilfe der dargelegten Methode wird die Berechnung einer Rohrfahrt veranschaulicht. Diese Rohrfahrt wird nach der bekannten Methode des Verrohrungsdiagramms entworfen. Auf Grund eines Vergleichs der beiden Methoden werden Schlussfolgerungen in bezug auf die Fälle gezogen, bei denen die Anwendung der neuen Methode empfohlen wird.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 661
D. K. 622.245.12

R. Russu, I. Ghejan: **Betrachtungen in bezug auf den Ionenaustausch in kristallinen Molekularsieben**

Nach einem Hinweis auf die Bedeutung der Struktur und Textur eines amorphen Trägers für die Tätigkeit eines Katalysators, werden die Vorteile der kristallinen Struktur der, zu diesem Zweck verwendeten Molekularsiebe hervorgehoben. Die Verfasser beschreiben ein neuartiges Verfahren zur Bestimmung der Veränderung der Porengrösse im Verhältnis zum Grad des Ionenaustausches, durch Adsorbtion der Stoffe, deren Molekularabmessungen vorangehend bestimmt wurden. Auf diese weise wurde festgestellt, dass der Austausch von Na-Ca-Ionen im Molekularsieb X keine lineare Veränderung der Porengrösse im Verhältnis zum Austauschgrad bewirkt sondern, dass es mehrere unterschiedliche Stellungen dieser Ionen in der Struktur gibt, die diesen besondere Kennzeichen verleihen.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 670
D. K. 661.183.6

SOMMAIRE

I. Dumitru : **La 61-ème anniversaire de l'industrie du gaz naturel de la Roumanie** 631—633

V. Stănescu : **Les problèmes de la formation du pétrole dans l'Avant-fosse carpatique interne d'après l'exemple de certaines structures diapyres** 634—638

O. Dicea, P. Duțescu : **Contributions à l'étude du Pré-panonien du Bassin de Zalău (Dépression Panonique)** 639—642

Al. Babskow, V. Negoiță, C. Niță : **L'interprétation automatique de la pandajmétrie continue à l'aide des calculateurs numériques** 643—655

M. Constantinescu : **La situation actuelle du forage de profondeur** 656—660

C. Busuiocescu : **Les courbes de résistance traction-aplatissement offrent des possibilités plus grandes de combiner les tubes que les diagrammes de tubage** 661—665

G. A. Rădulescu, S. Rașeev, M. Ilea : **L'énergie superficielle libre à l'adsorption de certaines hydrocarbures sur charbon actif** 666—669

R. Russu I. Ghejan : **Considérations sur l'échange d'ions dans les tamis moléculaires cristallins** 670—676

Gh. I. Bărbatu, I. Lință, V. Drăghia : **L'optimisation de la desserte des bénéficiaires aux stations d'écoulement des produits pétroliers** 677—680

P. A. Junev, R. F. Usvatov : **Robinets à tête sféérique avec passage uniforme pour conduites à gaz** 681—683

V. Stănescu : **Les problèmes de la formation du pétrole dans l'Avant-fosse carpatique interne d'après l'exemple de certaines structures diapyres**

L'étude de la composition des bruts de la molasse néogène de l'Avant-fosse carpatique interne et de son substratum paléogène sur certaines structures diapyres met en évidence trois types de pétrole ayant atteint trois degrés différents d'évolution : l'un dans l'Oligocène, peu évolué, l'autre dans le Miocène et le Méotien, plus évolué et le troisième dans le Dacien-Levantin, très peu évolué. Les trois intervalles stratigraphiques aux types différents de bruts représentent autant de formations de pétrole.

Le pétrole de l'Oligocène est autochtone, mais il s'est formé durant le Miocène ou le Pliocène le pétrole du Miocène-Méotien s'est formé pendant l'Helvétien et, éventuellement le Tortonien et le pétrole du Dacien-Levantin, à partir du Pontien jusqu'au Pliocène supérieur.

Petrol și Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 634
C. D. 553.982,2

O. Dicea, P. Duțescu : **Contributions à l'étude du Pré-panonien du Bassin de Zalău (Dépression Panonique)**

L'article présente les données nouvelles obtenues par forages sur la stratigraphie et la tectonique d'un secteur restreint de la Dépression Panonique (Bassin de Zalău). On délimite l'aire de développement du Dacien-Paléocène, du Burdigalien-Helvétien, du Tortonien, du Buglovien et du Sarmatien sous la couverture des dépôts panoniens.

On apporte des arguments pour la séparation du Burdigalien-Helvétien et du Buglovien.

Du point de vue tectonique, on suit dans le détail le trajet des principaux accidents tectoniques qui créent la structure de horsts et de grabens du secteur étudié.

Petrol și Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 639
C. D. 551.782

Al. Babskow, V. Negoiță, C Niță : **L'interprétation automatique de la pandajmétrie continue à l'aide des calculateurs numériques**

L'article présente une méthode mise au point et expérimentée par les auteurs pour interpréter automatiquement à l'aide des calculateurs numériques la pandajmétrie continue, opération géophysique qui détermine l'inclinaison par rapport au plan horizontal et la direction d'inclinaison des couches parcourues par les trous de sonde.

L'appareillage de pandajmétrie continue employé assure l'enregistrement simultané des courbes suivantes :

— trois courbes de microrésistivité (microconductivité) dont la corrélation permet de définir le plan de la couche ;

— quatre courbes représentant l'inclinaison et le diamètre du trou de sonde et l'orientation du dispositif dans le trou de sonde, à l'aide desquelles on déduit les éléments d'inclinaison du plan de la couche.

On décrit le procédé de corrélation des courbes, réalisé à l'aide du calculateur numérique, ainsi que le calcul des élément d'inclinaison.

On présente également les organismes des programmes utilisés et l'algorythme du programme mathématique.

Petrol și Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 643
C. D- 681.142-523.8:550.81

C. Busuiocescu : **Les courbes de résistance traction-aplatissement offrent des possibilités plus grandes de combiner les tubes que les diagrammes de tubage**

On présente les avantages et les désavantages de la méthode selon laquelle le projet de la colonne de tubage est établi sur la base des diagrammes de tubage, utilisée à présent. On énonce les principes théoriques et les résultats expérimentaux qui se trouvent à la base d'une nouvelle méthode graphique pour établir le profil de tubage, en utilisant les courbes de résistance traction-aplatissement des tubes de forage.

On fait une application de calcul d'une colonne en utilisant la méthode exposée La même colonne est projetée en utilisant la méthode connue du diagramme de tubage. A la suite d'une comparaison entre les deux méthodes, des conclusions sont tirées quant aux cas où il est recommandé d'utiliser la méthode basée sur les courbes de résistance traction-aplatissement pour établir les projets des colonnes.

Petrol și Gaze, **21**, 1970, nr. 11, p. 661
C. D. 622.245.12

R. Russu, I. Ghejan : **Considérations sur l'échange d'ions dans les tamis moléculaires cristallins.**

Après avoir énoncé l'importance de la structure et de la texture d'un support amorphe pour l'activité d'un catalyseur, les auteurs présentent brièvement les avantages offerts par la structure cristalline des tamis moléculaires utilisée dans ce but Ils présentent une méthode originale pour déterminer la variation du diamètre des pores avec le degré d'échange ionique, par adsorption de substances dont les dimensions moléculaires ont été déterminées au préalable. On a établi ainsi que l'échange d'ions Na Ca dans le tamis moléculaire X ne conduit pas à une variation linéaire du diamètre des pores avec le degré d'échange, mais qu'il existe plusieurs positions distinctes de ces ions dans la structure, positions qui leur confèrent des caractéristiques spéciales.

Petrol și Gaze, **21**, 1970 nr. 11, p. 670
C. D. 661.183.6

A 61-a aniversare a industriei de gaz metan din România

I. Dumitru

Anul acesta s-au împlinit 61 de ani de la descoperirea gazului metan în ţara noastră. Rămîne ca o dată istorică pentru activitatea de gaz metan, ziua de 22 aprilie 1909 cînp sonda nr. 2 Sărmăşel din Transilvania a scos la lumina zilei această bogăţie a subsolului, stîrnind interesul capitaliştilor germani şi maghiari pentru pornirea unui program vast de cercetare geologică şi de valorificare a gazului metan din România.

În cercurile geologice austro-ungare încă din jurul anului 1880 exista părerea că în bazinul Transilvaniei, împrejmuit de masive de sare, trebuie să existe şi săruri de potasiu, care de obicei însoţesc aceste masive.

Prin anul 1890 Eduard Suess, profesor de geologie la Universitatea din Viena, preşedintele Academiei de ştiinţe din acest oraş, consilier al casei habsburgice, geolog cu renume mondial, care a publicat lucrarea celebră „Das Autlitz der Erde" (La Face de la Terre), a atras atenţia asupra bazinului Transilvaniei, propunînd începerea unor lucrări de explorare prin foraj după săruri de potasiu. Geologul Ed. Suess presupunea existenţa acestor minereuri în depozitele neogene din Transilvania.

La această părere s-a asociat şi Ludwig Lóczy, preşedintele societăţii de Geografie din Budapesta, care, de acord cu Koch Anton, fost profesor de geologie la Universitatea din Cluj, susţinea că minereuri de potasiu pot fi găsite în zona centrală a bazinului Transilvaniei, în partea cea mai adîncă, unde s-au retras apele concentrate în săruri bazice, după depunerea sării geme şi unde o cuvertură de marne argiloase compacte le-a protejat de eroziune. Papp Kárl, profesor de geologie a fost însărcinat pentru amplasarea pe teren a locaţiei primei sonde de explorare. Exceptînd forajul de explorare pentru cărbuni executat la 700 m adîncime, în Valea Jiului, efectuat în anul 1870, forajul pentru săruri de potasiu a constituit primul foraj cu caracter de cercetare minieră.

Astfel la 29 septembrie 1907 a fost amplasată prima sondă de foraj cu adîncimea proiectată de 1 000 m, în piaţa din Sărmaş, la 60 m distanţă de linia ferată actuală Luduş — Bistriţa. Această sondă a început să sape la 9 februarie 1908 şi, la 8 octombrie 1908, a fost oprită din motive tehnice la adîncimea de 627 m.

Geologul Papp Kárl urmărind ridicarea unui profil Cojocna-Sărmaş a fixat cea de a doua sondă pentru foraj, la adîncimea de 1500 m, pe terenul mlăştinos cu emanaţii de gaze de la Sărmăşel. Forajul acestei sonde a început la 26 noiembrie 1908 cu o coloană de 458 mm diametru. La adîncimea de 122 m a avut loc o erupţie de gaze după care s-a tubat coloana de 320 mm, la 228 m a pornit o nouă erupţie de gaze, care s-au aprins de la lampa cu petrol, arzînd astfel turla sondei. Erupţia a fost dirijată lateral şi astfel s-a putut tuba o coloană de 279 mm diametru, continuînd apoi forajul pînă la adîncimea de 302 m, adîncime la care forajul n-a mai putut continua din cauza unei alte erupţii puternice de gaze. Forajul a fost oprit la data de 22 aprilie 1909.

Debitul de gaze cu care erupea această sondă, măsurat de profesorul Herman M. de la Academia de Mine din Schemnitz, a fost de 912 124 m³/24 h cu o compoziţie de 99% metan.

Sonda a fost lăsată să erupă liber, forîndu-se sonda nr. 3 situată la 3 km Nord de sonda 1, tot în perimetrul comunei Sărmaş şi avînd tot ca obiectiv — sărurile de potasiu. Această sondă a fost săpată pînă la 974 m, unde a fost oprită din motive tehnice.

Comparînd debitul de gaze al sondei nr. 2, de 40 000 m³/h, cu debitele altor sonde producătoare de gaze din acel timp, sonda nr. 2 Sărmăşel era a patra sondă din lume în ceea ce priveşte debitul pe liber. Pentru oprirea sondei, care nu avea o coloană cimentată, s-a introdus un packer din pînză de iută cu o coloană de 203 mm diametru, care s-a fixat la adîncimea de 128 mm, peste care s-a turnat lapte de ciment. Sonda a fost închisă la 30 iulie 1911, presiunea sondei fiind de 28 atmosfere.

La 29.X.1911 s-a produs o mare erupţie de gaze, formîndu-se 6 cratere pe o distanţă de 70 pînă la 320 m depărtare de sondă în direcţia estică, care au luat foc de la lampa de petrol a unui paznic. În aceste condiţii s-a dat din nou drumul sondei să erupă pe liber pînă cînd s-a legat la conducta Turda-Uioara, stingîndu-se astfel focurile craterelor.

După doi ani de erupţie continuă şi constantă, capitaliştii au început să se intereseze de zăcămintele de gaze din Transilvania. Astfel au fost săpate sonde de explorare la Tîrnăveni, Copand, Ocna Sibiului, Sîngeorgiu de Mureş, Ogra, Sînbenedic, toate cu rezultate negative. Sondele amplasate în zone cu emanaţii de gaze

au fost productive, astfel : la Sărmăşel 9 sonde, la Saroş (Delenii) 2 sonde, Bazna 3 sonde, Sincai 2 sonde, Zaul de Cîmpie 1 sondă, Copşa Mică 2 sonde. În total, au fost forate 38 sonde cu un metraj total de 14 610 m, care au evidenţiate 6 structuri productive (domuri), cu 11 orizonturi cu gaze (4 la Sărmăşel, 2 la Saroş, 2 la Sincai, 1 la Bazna, 1 la Copşa şi 1 la Zaul de Cîmpie). Din sondele săpate, 19 au fost productive, cu un debit total de 2 320 000 m^3/24 h.

Au fost construite conductele de transportat gaz : Sărmăşel-Turda — Ocna Mureş, Saroş — Tîrnăveni, Bazna — Mediaş.

S-a organizat cercetarea geologică a bazinului Transilvaniei de către o comisie de geologi condusă de H. Böckh. Această echipă a descoperit în bazin o serie de anticlinale şi sinclinale, rezultate care au răsturnat părerile anterioare cu privire la imaginea geologică a structurilor din bazinul Transilvaniei.

Văzînd rezultatele favorabile ale lucrărilor de explorare, capitaliştii germani, în frunte cu Deutsche Bank din Berlin, au chemat doi experţi americani (Fr. G. Clapp şi Alten Miller) şi pe baza expertizei lor s-a constituit Societatea Ungară de Gaz Metan („Ungarische Erdgas Gesselschaft" — prescurtat — U.E.G.), care a concesionat cele mai bogate cîmpuri de gaze : Sincai, Zaul de Cîmpie, Saroş (Delenii), Bazna, Cetatea de Baltă, Noul Săsesc, Nadeş.

Lucrările de cercetare geologică prin foraje, au fost întrerupte de izbucnirea primului război mondial. În anul 1919, o dată cu revenirea Transilvaniei la România, continuarea lucrărilor geologice, extracţia gazelor şi construirea reţelelor de distribuţie s-a făcut de către Statul român. În aceste condiţii a fost înfiinţată „Direcţia Gazului Natural" din Cluj, care pe lîngă societatea U.E.G. cu sediul la Tîrnăveni a exploatat gazele din Transilvania.

În anul 1925 „Direcţia Gazului Natural" din Cluj a fost transformată în „Societatea Naţională de Gaz Metan", sau, prescurtat — „Sonametan", care, în anul 1927 şi, respectiv, 1928, a cumpărat o parte din acţiunile grupului maghiar şi a celui german.

Începînd cu anul 1928 aceste două societăţi au funcţionat împreună avînd sediul în Mediaş pînă în anul 1932 cînd au fost cumpărate de către SONAMETAN toate acţiunile şi bonurile de beneficiu ale societăţii U.E.G.

Etapa a doua de lucrări de cercetare geologică a bazinului Transilvaniei a început în anul 1926 şi a durat pînă la sfîrşitul celui de al doilea război mondial (1944). Lucrările au fost executate de către Serviciul Geologic al Societăţii Sonametan sub conducerea profesorului L. Mrazec, vicepreşedinte al consiliului de administraţie al societăţii. Au mai lucrat geologii : Arthur Erni, geolog şef, Dumitru Ciupagea, geolog la societatea U.E.G. şi Augustin Vancea, geolog la Sonametan.

Urmărirea stratelor caracteristice a condus la separarea miocenului de pliocen, iar urmărirea tufurilor de Ghiriş şi Hădăreni a dus la identificarea buglovianului.

Această etapă reprezintă primele începuturi de dezvoltare a cercetărilor geologice în zona centrală a bazinului, determinîndu-se firul tectonic de amănunt al celei mai mari părţi a cuvetei interne.

Rezultatele cercetărilor au fost publicate în următoarele lucrări mai importante :

— Prof. L. Mrazec — „Asupra zăcămintelor de gaz metan din Cuveta Transilvană" publicată la Varşovia în cadrul Asociaţiei pentru avansarea geologiei Carpaţilor ;

— D. Ciupagea — „Date noi asupra structurii bazinului Transilvaniei", publicată în Buletinul Societăţii Române de Geologie ;

— A. Vancea — „Contribuţii la studiul geologic al formaţiunii cu gaze din Cuveta Transilvană", publicată în Anuarul Institutului de Geologie.

Etapa a treia (1945—1962) a constituit pornirea unei acţiuni de explorare în adîncime a cîmpurilor vechi şi deschiderea de cîmpuri noi atît în bazinul Transilvaniei, cît şi în zonele extracarpatice. Astfel au fost descoperite orizonturile III—XI Saroş, III—VII Bazna, II—VIII Zaul de Cîmpie, IV—XV Sărmăşel, III—XII Nadeş, în total 55 orizonturi de gaze.

Rezervele de gaze calculate la 1.I.1950 pe baza acestor descoperiri, au servit la elaborarea planului de investiţii şi producţie pentru perioada primului cincinal.

În anul 1950, prin înfiinţarea în cadrul Ministerului Petrolului a Întreprinderii de prospecţiuni geologice şi geofizice (I.P.G.G.), dotată cu personal calificat şi aparatură specializată, s-a trecut la cercetarea sistematică a zonelor de bordură ale bazinului. S-au verificat astfel cercetările vechi şi s-au pus în evidenţă noi date geologice care au făcut posibilă interpretarea transgresiunii pliocenului peste sarmaţianul mediu.

Hărţile întocmite, ca urmare a lucrărilor efectuate, au pus în evidenţă numeroase anomalii magnetice şi au servit la descifrarea trăsăturilor geologice generale, precum şi la dirijarea prospecţiunilor seismice.

În Transilvania, primele lucrări geofizice au fost cele gravimetrice începute în anul 1906. Aceste lucrări au fost efectuate cu balanţa de torsiune pînă în anul 1936 cînd au început să se folosească gravimetre statice de diferite tipuri (Thysser, Truman, Carter, Graf — Askania, Boucher etc·). În anul 1959 s-a introdus metoda curenţilor telurici, iar în 1963 metoda emiţătorilor încrucişaţi.

Pe baza informaţiilor geologice obţinute, după anul 1937 — cînd scriptic a fost eviden-

ţiat separat metrajul pentru gaze — s-au realizat numai lucrări de conturare. Cele mai importante zăcăminte de gaze din zonele Extracarpatice descoperite prin sonde ce urmăreau explorarea petrolului au fost cantonate în Moldova (Roman-Secueni, Tazlău), Muntenia (Gura Suţii, Finta, Ghergheasa, Podeni etc.).

Din anul 1908 şi pînă la 1.I.1969, în ţara noastră, s-au săpat pentru explorarea gazelor 2 188 835 metri (fără a include metrajul realizat de Comitetul de Stat al Geologiei în ultimii 8 ani), din care 1 185 762 m au fost săpaţi în Depresiunea Transilvaniei.

În evoluţia activităţii de foraj se poate vorbi de existenţa a patru perioade : 1908—1936, cînd volumul anual n-a depăşit 2 700 m ; cea de a doua, 1937—1950, cînd metrajul a ajuns la 8 300 m anual, a treia perioadă, 1951—1959 cu forajul în continuă creştere, înregistrîndu-se valori între 10 400 şi 50 000 m, şi perioada 1960—1968, cînd activitatea se dezvoltă în Extracarpaţi ajungînd la nivelul metrajului din Depresiunea Transilvaniei.

Lucrările executate în etapa a patra (1962—1968) privesc zonele : Zalău — Tihău, Apahida — Cluj, Bistriţa, Blaj-Aiud şi zona de Nord şi Nord-Vest a munţilor Mezeş, Roman—Secueni, Tazlău, Simnic—Ghercești ş.a.

Către sfîrşitul acestei perioade s-au executat lucrări valoroase axate pe cercetări de microtectonică, microfaciesuri şi sedimentologie. În această perioadă s-au pus în evidenţă noi structuri de gaze cum sînt : Şoimuş, Grebeniş, Dobra, Bozed-Băla, Laslău, Şoimul Mare şi altele.

Fondul de rezerve descoperite a permis creşterea treptată a producţiei de gaze naturale din ţara noastră ajungînd în anul 1969 la extragerea cantităţii de 19 miliarde metri cubi. O dată cu creşterea producţiei s-a dezvoltat şi reţeaua de conducte magistrale depăşind în anul 1969 lungimea totală de 5 000 km, de asemenea au crescut capacităţile de producţie prin montarea de staţii de turbocompresoare intermediare şi staţii de tratare a gazelor.

În privinţa utilizării gazelor, statisticile antebelice arătau că din gazele naturale extrase 93% erau folosite drept combustibil pentru industrie, iar 7% pentru consumul casnic.

Procesul de industrializare continuă a României, electrificarea ţării, dezvoltarea în ritm rapid a industriei chimice, siderurgice, cauciucului sintetic şi a materialelor plastice completate cu grija permanentă pentru creşterea standardului de viaţă al oamenilor, au dus la redistribuirea ponderilor ocupate de diferite consumuri de gaze naturale.

Negrul de fum realizat pe scară industrială la Copşa Mică şi Piteşti, metanolul, formaldehida, sulfura de carbon, acidul clorhidric, produşii cloruraţi, acetona, sticla organică, răşinile sintetice, îngrăşămintele azotoase, policlorura de vinil, rolanul — toate aceste produse romîneşti au la bază gazul metan.

În prezent se aplică pe scară industrială la Combinatul Siderurgic Galaţi procedee siderurgice prin care se reduce consumul de cocs metalurgic şi se măreşte capacitatea reducătoare a gazelor de furnal prin folosirea gazului metan insuflat împreună cu oxigenul.

Sarcinile majore de dezvoltare a României în perioada viitorului plan cincinal au stabilit ca producţia de gaze naturale a ţării să crească pînă în anul 1979 la peste 25 miliarde metri cubi pe an. Ritmul lucrărilor de cercetare geologică trebuie intensificat pentru menţinerea unui grad raţional de asigurare cu rezerve. Capacităţile de transport vor fi extinse prin construirea în noul cincinal a noi conducte magistrale şi prin montarea de staţii moderne destinate comprimării gazelor în schelele de extracţie şi recomprimare pe traseele conductelor magistrale.

Acesta este bilanţul activităţii industriei de gaze din România şi perspectivele imediate la cea de a 61-a aniversare a acestei importante ramuri de activitate a economiei naţionale.

Problemele formării petrolului în Avanfosa carpatică internă, după exemplul unor structuri diapire

Val. Stănescu

Analizele unui număr de probe extrase din principalele acumulări ale avanfosei carpatice interne [5], evidențiază o serie de particularități chimice ale țițeiurilor din sectorul central al Munteniei, care conduc în mod firesc la unele considerații cu privire la vîrsta lor, la evoluția și la caracterul autohton sau alohton al zăcămintelor. În acest context, apare interesant examenul comparativ al compoziției țițeiului din zăcămintele suprapuse ale structurilor Gura Ocniței, Ochiuri, Moreni, Țintea și Buștenari-Runcu, care în ansamblu cuprind hidrocarburi lichide, pe un interval stratigrafic larg, de la oligocen pînă la levantin. Se vor utiliza ad hoc unii indicatori chimici asupra cărora există informații publicate [5, 7, 10, 17].

Primele patru structuri menționate se situează în partea centrală a subzonelor cutelor diapire din Muntenia și formează linia diapirelor exagerate. La Buștenari-Runcu apare o zonă internă a avanfosei, cu o structură mai complicată, la care participă atît marginea sudică a Pintenului de Văleni, cît și o cută diapiră al cărui sîmbure de sare a avansat pînă în pliocenul inferior.

Pentru structura Gura Ocniței au fost studiate țițeiuri din levantin, din dacian și din meoțian (tabela 1).

Din rezultatele menționate în tabelă, se reține asemănarea mare a țițeiurilor din levantin și din dacian, cu conținuturi reduse de structuri parafinice, dar cu conținuturi mai mari de structuri naftenice și aromatice ori de rășini și cu proporții moderate de fracțiuni ușoare. Spre deosebire de acestea, țițeiul din meoțian este mai parafinos, mai ceros, mai puțin rășinos și mai bogat în fracțiuni inferioare.

Pentru structura Ochiuri, au fost examinate probe de țiței din dacian, din meoțian și din helvețian (tabela 1). Deși aparțin la trei clase diferite (în clasificarea ,,Carpatica''), după valorile indicilor structurali se constată mari afinități între țițeiul din meoțian și cel din helvețian, dar mari deosebiri față de țițeiul din dacian. În structura Ochiuri, de la dacian la helvețian se accentuează caracterul parafinic în dauna construcțiilor naftenice și aromatice, crește corespunzător conținutul de ceară, rășinile înregistrează o ușoară reducere, iar fracțiunile inferioare, în proporții mai mari în meoțian, revin în helvețian la valoarea stabilită pentru țițeiul din dacian.

Din structura Moreni au fost studiate probe de țiței din dacian, din meoțian și din helvețian (tabela 1). Din compararea datelor, rezultă o evidentă similitudine între petrolurile din meoțian și cele din helvețian, dar deosebiri mari între acestea și petrolul din dacian. Diferențierile constau în caracterul mai slab parafinic, dar mai accentuat naftenic, și din conținutul mai mic în ceară și mai mare în rășini și în fracțiuni inferioare pe care îl are țițeiul din

TABELA 1

Tabel de corelație chimică – geologică a petrolurilor din unele structuri diapire

structura →	GURA OCNIȚEI									OCHIURI								
compoz. petrol. →	ind. struct. %			ind. de calitate %				grupa	clasa	ind. struct. %			ind. de calitate %				grupa	clasa
etajul ↓	C_P	C_N	C_A	c	r	s	d			C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
Levantin	48	35	17	<2	19	<0,5	31	nc-r-ns	N-A									
Dacian	47	34	18	<2	18	<0,5	29	nc-r-ns	N-A	46	40	14	<2	23	<0,5	23	nc-r-ns	N-A
Pontian																		
Meoțian	68	20	12	9	7	<0,5	34	c-r-ns	P-N-A	62	26	12	4	12	<0,5	29	c-r-ns	P-N-A
Sarmațian																		
Helvețian										60	30	10	>2	21	<0,5	23	c-r-ns	P-N
Oligocen																		

structura →	MORENI									ȚINTEA								
compoz. petrol. →	ind. struct. %			ind. de calitate %				grupa	clasa	ind. struct. %			ind. de calitate %				grupa	clasa
etajul ↓	C_P	C_N	C_A	c	r	s	d			C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
Levantin																		
Dacian	55	32	13	<2	18	<0,5	36	nc-r-ns	P-N-A	59	30	11	<2	17	<0,5	30	nc-r-ns	P-N-A
Pontian																		
Meoțian	69	18	13	>2	8	<0,5	31	c-lr-ns	P-N-A	69	22	9	>2	14	<0,5	22	c-r-ns	P-N
Sarmațian										69	20	11	11	13	<0,5	18	c-r-ns	P-N-A
Helvețian	70	19	11	7	10	<0,5	31	c-r-ns	P-N-A									
Oligocen																		

structura →	BUȘTENARI – RUNCU									profilul sintetic	tipul predom. al petrol.	epoca formării petrolului	ecrane	format. petrolif.
compoz. petrol. →	ind. struct. %			ind. de calitate %				grupa	clasa					
etajul ↓	C_P	C_N	C_A	c	r	s	d							
Levantin										argile cu Helix	nafteno-aromatic	III pliocen mediu-superior		pontian-levantină
Dacian										format. cu cărbune	nafteno-aromatic			
Pontian										format. marnoasă				
Meoțian	59	28	13	<2	12	<0,5	29	nc-r-ns	P-N-A	format. nisipoasă	parafino-nafteno-aromatic			helvețian-meoțiană
Sarmațian										format. marn.-grez.	parafino-nafteno-aromatic	II miocen		
Helvețian	60	28	12	<2	11	<0,5	33	nc-r-ns	P-N-A	format. marn.-grez.	parafino-nafteno-aromatic			
Oligocen	53	30	17	2	12	<0,5	34	nc-r-ns	P-N-A	facies de Pucioasa și facies de [illegible]	parafino-nafteno-aromatic	III pliocen II miocen I oligocen		oligocenă

Explicații: Valorile indicatorilor chimici și caracterele de grupă și de clasă ale petrolurilor au fost luate după C. Creangă et al., 1962, op. cit. [5].
C_P, C_N, C_A – carbon în structuri parafinice, naftenice și respectiv aromatice.
c, r, s, d – conținut de ceară, rășini, sulf și respectiv distilat pînă la 200°C.
c-r-ns – ceros, rășinos, nesulfuros; nc-r-ns – neceros, rășinos, nesulfuros; c-lr-ns – ceros, ușor rășinos, nesulfuros.
N-A – nafteno-aromatic; P-N – parafino-naftenic; P-N-A – parafino-nafteno-aromatic

dacian față de celelalte două. Astfel, variația de la dacian la helveţian a principalilor indicatori chimici ai ţiţeiului se caracterizează prin creşterea proporţiei de structuri parafinice în dauna structurilor naftenice, prin creşterea conţinutului de ceară şi prin reducerea răşinilor şi a proporţiei de uleiuri inferioare.

Pentru structura Ţintea s-au examinat probe de ţiţei din dacian, din meoţian şi din sarmaţian (tabela 1). Se observă că deşi ţiţeiurile din meoţian şi din sarmaţian aparţin unor clase diferite, ele sînt totuşi asemănătoare nu numai prin valorile indicilor de calitate, ci şi prin acelea ale indicilor structurali. Totodată, apare evidentă diferenţierea acestor ţiţeiuri faţă de ţiţeiul din dacian, prin faptul că acesta din urmă are un caracter parafinic mai atenuat, dar mai pregnant naftenic, este mai sărac în ceară, mai răşinos, dar conţine proporţii crescute de fracţiuni inferioare, comparativ cu ţiţeiurile din meoţian şi din sarmaţian. Astfel, în structura Ţintea se remarcă accentuarea caracterului parafinic, reducerea naftenelor, a răşinilor şi a fracţiunilor inferioare, dar creşterea conţinutului de ceară, de la dacian la sarmaţian.

Pentru zona Buştenari-Runcu, s-au analizat probe de ţiţeiuri din meoţian, din helveţian şi din oligocen (tabela 1). Deşi cele trei ţiţeiuri din zona Buştenari-Runcu aparţin aceleiaşi clase în clasificarea „Carpatica", apar totuşi deosebiri între ele. Astfel, între petrolul din meoţian şi cel din helveţian apar deosebiri în conţinutul de fracţiuni inferioare, iar între acestea două şi ţiţeiul din oligocen se constată deosebiri în conţinutul de structuri parafinice şi aromatice. Asemănările după indicii structurali sînt mai mari între ţiţeiurile din meoţian şi din helveţian. Astfel, în zona Buştenari-Runcu, caracterul parafinic se atenuează în ţiţeiul oligocenului faţă de ţiţeiurile din helveţian şi din meoţian, dar se intensifică în acelaşi sens caracterul naftenic şi mai ales cel aromatic. Totodată se observă reducerea fracţiunilor inferioare în ţiţeiul meoţianului faţă de ţiţeiul oligocenului.

De reţinut că în cele cinci structuri analizate apar următoarele reguli în compoziţia ţiţeiurilor :

— asemănarea compoziţiei chimice a ţiţeiurilor din levantin şi din dacian, pe de o parte, şi a celor din meoţian, sarmaţian şi helveţian, de pe altă parte; ţiţeiul din oligocen are o compoziţie diferită de a celor două grupe menţionate, dar se apropie de compoziţia ţiţeiului din dacianul de la Moreni ;

— accentuarea caracterului parafinic al ţiţeiului în dauna structurilor naftenice şi aromatice, apoi creşterea conţinutului de ceară, reducerea conţinutului de răşini şi de fracţiuni inferioare, de la levantin la helveţian; în zona Buştenari-Runcu unii indicatori din cei menţionaţi rămîn constanţi sau variază invers de la meoţian la oligocen.

Din aceste observaţii generale rezultă că în structurile examinate se individualizează trei tipuri principale de ţiţeiuri, în trei intervale stratigrafice : un tip de ţiţei în dacian şi în levantin, altul în meoţian, în sarmaţian şi în helveţian şi al treilea tip în oligocen. Primului tip îi revin ţiţeiuri nafteno-aromatice sau parafino-nafteno-aromatice, mai sărace în structuri parafinice şi în ceară, dar mai bogate în răşini şi în fracţiuni inferioare. Al doilea tip cuprinde ţiţeiuri parafino-nafteno-aromatice, mai bogate în structuri parafinice, mai sărace în naftene şi în aromate, mai ceroase, mai puţin răşinoase şi mai sărace în fracţiuni inferioare. Al treilea tip, deşi parafino-nafteno-aromatic, prin conţinutul redus de structuri parafinice în avantajul naftenelor şi al aromatelor, ca şi prin valorile indicatorilor de calitate, se apropie de primul tip.

Cele trei tipuri îşi datorează individualitatea dificultăţilor geologice de comunicare liberă a ţiţeiurilor pe care le reprezintă. Aceste dificultăţi se datoresc marnelor ponţianului, care, însumînd grosimi de cîteva sute de metri, separă rezervoarele meoţianului de cele ale dacianului şi ale levantinului, precum şi seriei marnoase de la partea inferioară a helveţianului, care acoperă şi închide capetele erodate ale rezervoarelor oligocenului sub discordanţa cu miocenul. Deşi structurile analizate sînt foarte tectonizate, faliile care le afectează sînt în cea mai mare parte închise, mai ales în secţiunile marnoase ale profilului [4]. Aceasta explică dificultăţile unei treceri libere a fluidelor dintr-un interval al profilului geologic în altul. În schimb, în cuprinsul unui interval s-a putut realiza repartizarea ţiţeiului în acord cu cerinţele filtraţiei complexelor hidrocarburice.

Existenţa a trei tipuri de ţiţei în profilul molasei şi în substratul său oligocen, cel puţin într-un sector al avanfosei, obligă la unele interpretări şi explicaţii asupra formării şi evoluţiei ţiţeiurilor. În aceste explicaţii şi interpretări, punctul de plecare îl reprezintă conceptul că în studiul ţiţeiului trebuie să se aibă în vedere în primul rînd şi cu ponderea cea mai mare acei factori a căror acţiune se exercită constant şi permanent, cum sînt temperatura, presiunea şi catalizatorii, şi nu factorii locali, sporadici şi ocazionali, de naturi diferite, care nu pot modifica nici direcţia, nici esenţa evoluţiei, ci doar pot accelera sau încetini acţiunea factorilor primordiali.

Rezultatele cercetărilor mai noi tind să fie unanime în aprecierea că ţiţeiul primar este predominant naftenic şi bogat în compuşi heteroatomici şi în răşini cu structură complexă. Această concluzie a derivat nu numai din consideraţii teoretice cu privire la rezultatul transformării în condiţii reducătoare a diver-

selor structuri organice din materia vie, ci şi din studiul bituminologic al mîlurilor recente sau fosile, cu toate că cercetarea compoziţiei substanţelor organice din sedimentele actuale, este îngrădită de un mare număr de factori. Se ştie, de pildă, că fiecare solvent organic are preferinţă pentru anumiţi componenţi ai bitumului (productivitatea solubilizării bitumenului diferă de la un solvent la altul) şi că sub acţiunea unui solvent, bitumenul îşi modifică într-un fel compoziţia. Solvenţii cu polaritate mai mare extrag componenţii mai acizi ai bitumenelor, iar solvenţii cu polaritate mai mică îi extrag pe aceia neutri sau bazici. Toate acestea pun în dificultate compararea datelor obţinute de diferiţi bituminologi.

Studind substanţele bituminoide şi acizii humici din sedimentele marine şi oceanice actuale, O. K. Bordovski [2] observă că între bituminele din mîlurile recente predomină asfaltenele, smoalele şi corpurile răşinoase faţă de fracţiunile uleioase; în aceste depozite se întîlnesc şi hidrocarburi normal-parafinice însă în proporţii reduse; ele formează o fracţiune cu temperaturi înalte de distilare (peste 250°C) şi sînt alcătuite din structuri cu mai mult de zece atomi de carbon. Aceste hidrocarburi parafinice diferă de acelea din ţiţeiuri şi din rocile bituminoase prin accentuata predominare a structurilor cu număr impar de atomi de carbon asupra structurilor cu număr par.

Răspîndirea diferitelor tipuri de ţiţei cu adîncimea arată că formarea ţiţeiului reprezintă rezultatul unei dezintegrări termice a materialului organic fin dispersat în sedimentul bituminos, proces care duce mai întîi la tipul de ţiţei greu, iar mai apoi la tipul de ţiţei uşor [19]. Această părere a fost împărtăşită de mai mulţi cercetători. A. F. Dobrianski [6] a arătat că procesele termo-catalitice sînt cauza profundelor transformări ale materiei organice în ţiţeiul brut, începînd cu stadiul de ţiţei naftenic, continuînd cu stadii intermediare şi încheind această evoluţie cu stadiul de ţiţei parafinic. Conceptul său se verifică printr-o serie de observaţii asupra răspîndirii diferitelor tipuri de ţiţeiuri după adîncimea de zăcămînt şi după vîrsta petrolului. Astfel, A. A. Karţev [11] a constatat reducerea conţinutului de cicloparafine şi, în general, creşterea conţinutului de hidrocarburi uşoare al ţiţeiului, pe măsura creşterii timpului, a adîncimii şi a temperaturii de zăcămînt, iar M. Louis şi B. Tissot [13] observă, pe lîngă altele, reducerea proporţiei de compuşi heteroatomici în ţiţeiurile mai vechi, faţă de ţiţeiurile mai tinere.

Studiul termodinamic al hidrocarburilor, în corelaţie cu observaţiile de teren, l-a condus pe B. Tissot [18] la concluzia că formarea ţiţeiului reprezintă în esenţă un proces dirijat de entalpia complexelor hidrocarburice, de tendinţa lor legică de a lua forme în care această funcţie se diminuează; astfel condiţionat, procesul transformării materiei organice primare va însemna trecerea structurilor heteroatomice în compuşi policiclici complecşi, naftenici şi nafteno-aromatici, apoi dismutaţia structurilor nafteno-aromatice, pentru a forma structuri aromatice şi parafinice. În continuare se produce desfacerea moleculelor mari în molecule mai mici, aromatice şi parafinice, iar în condiţiile unor temperaturi foarte ridicate, structurile aromatice pot condensa, iar cele parafinice se separă în mai multe molecule cu un număr tot mai redus de atomi de carbon (în extremis, cu un atom de carbon).

Independent de natura termică, termo-catalitică sau catalitică a procesului de transformare, acest concept a fost acceptat de mulţi cercetători. A. van Eggelpoel [8] şi M. Poulet [15] sînt de părere că evoluţia petrolului în sensul arătat se poate realiza şi în timpul migraţiei prin roci greu permeabile sau prin rezervoare, iar A. G. Mileşina şi G. I. Safonova [14] au arătat experimental că în timpul filtrării ţiţeiului prin roci greu permeabile se produce separarea cromatografică a diverselor fracţiuni, sub influenţa proprietăţilor adsorbante ale particulelor argiloase: din ţiţei se separă componenţii parafino-naftenici, care filtrează înaintea celor aromatici şi smoloşi. Fenomenul poate fi explicat prin structura diferită a componenţilor ţiţeiului, care condiţionează un anumit grad de mobilitate, mai mare pentru moleculele normal-parafinice în formă de catene deschise, mai mic pentru moleculele ciclice şi în special pentru cele policiclice sau ciclice, cu lanţuri laterale de radicali parafinici [8].

A fost necesară această expunere mai amănunţită a modului în care este rezolvată în prezent problema compoziţiei ţiţeiului primordial şi a evoluţiei sale normale, pentru că acest concept trebuie să stea la baza încercărilor de reconstituire a istoriei ţiţeiului acumulat în zăcăminte.

Încercarea de a explica evoluţia ţiţeiurilor neozoicului din structurile diapire, analizate de pe poziţiile teoriei formulate de A. F. Dobrianski [6] şi de B. Tissot [18], este pusă în dificultate în cel puţin două cazuri, dacă se adoptă conceptul larg răspîndit între geologii de petrol, al sursei duble de ţiţei: în oligocen şi în helveţian. Prima dificultate o reprezintă faptul că ţiţeiul din oligocen are un caracter parafinic mai atenuat decît ţiţeiul din helveţian, fără deosebiri însă în ceea ce priveşte proporţia de răşini şi de fracţiuni inferioare. O explicaţie a priori ar putea-o prezenta filtraţia preferenţială a hidrocarburilor parafinice din ţiţeiul oligocenului, prin rocile fine ale miocenului, care a determinat

îmbogăţirea relativă în structuri naftenice şi aromatice a ţiţeiului rămas în oligocen. Însă această explicaţie nu ţine seama de condiţiile paleogeologice ale oligocenului. După depunerea sedimentelor pelitice bogate în materii organice şi a intercalaţiilor lor nisipoase, din care s-a constituit formaţiunea de ţiţei oligocenă, au intervenit mişcările savice, care au produs cutarea depozitelor şi exondarea zonelor axiale ale anticlinalelor de paleogen, pînă în helveţian sau în meoţian, cînd a avut loc scufundarea lor. Imaginea acestei istorii este sintetizată astăzi în discordanţa dintre oligocen şi helveţian sau dintre oligocen şi meoţian, identificată nu numai în zona Buştenari-Runcu, ci şi în alte zone structurale din avanfosa carpatică.

Care a fost soarta ţiţeiului din oligocen în perioada prehelveţiană sau premeoţiană?

După toate probabilităţile, încă înainte de cutarea savică, o parte din materia organică a pelitelor oligocenului se transformase într-un ţiţei naftenic; sub acţiunea forţelor de compactare litostatică, el migrase în rezervoarele intercalate în formaţiunea petroligenă sau situate la partea ei superioară. O dată cu dislocarea oligocenului, petrolul a migrat lateral în bolţile anticlinalelor, adică tocmai în domeniile supuse decopertării zăcămintelor, unde a suferit degradarea sub acţiunea oxigenului sau a părăsit rezervoarele, pierzîndu-se pe capetele lor erodate.

O dată cu reluarea scufundării în helveţian sau în meoţian, pelitele oligocenului bogate în materii organice netransformate, au fost aduse în condiţii de temperatură care au determinat instalarea unei a doua faze de formare a ţiţeiului, în timpul helveţianului, în unele sectoare, sau în timpul meoţianului, în alte sectoare. Acest ţiţei din a doua generaţie, mai tînăr, şi îndeosebi acela produs în timpul pliocenului, nu a ajuns încă la gradul de maturitate care să-i confere caracterul pregnant parafinic al ţiţeiului vechi, astfel încît el se situează undeva la limita dintre tipul parafino-aromatic şi tipul puţin evoluat, nafteno-aromatic. Desigur, nu este exclusă posibilitatea ca o parte dintre componenţii parafinici, cu grad ridicat de mobilitate, ai ţiţeiului format în depozitele oligocene să fi migrat în depozitele acoperitoare. Ţiţeiurile din helveţian, din sarmaţian şi din meoţian, în structurile analizate au o compoziţie foarte asemănătoare, ceea ce indică comunitatea genezei şi a evoluţiei lor. Această comunitate este pusă în seama aceleiaşi surse de petrol pe care o formează în principal şisturile calcaroase-bituminoase ale helveţianului şi, acolo unde există, şisturile tortoniene cu radiolari. Migraţia ţiţeiului din aceste roci s-a realizat relativ uşor în profilul formaţiunilor din helveţian pînă în partea superioară a meoţianului, pe un interval stratigrafic destul de mare, în care rocile uşor permeabile se succed cu roci greu permeabile, în strate cu grosimi nu prea mari. Astfel, condiţiile geologice au favorizat uniformizarea avansată a caracterelor chimice ale ţiţeiului din cele tri etaje. Particularităţile ţiţeiurilor de la un etaj la altul şi de la o structură la alta, legate de migraţia hidrocarburilor, nu au o amploare care să afecteze această uniformitate.

După compoziţia chimică a acestor ţiţeiuri, nu se poate conchide că meoţianul ar putea reprezenta prin marnele şi prin argilele sale un etaj petroligen, pentru că în acest caz ţiţeiul pe care el îl conţine ar trebui să prezinte unele trăsături rezultate din vîrsta sa mai nouă decît aceea a ţiţeiurilor din sarmaţian şi din helveţian. În afară de aceasta, trebuie să se aibă în vedere şi caracterul predominant psamitic al depozitelor meoţiene, care arată condiţii puţin favorabile pentru bituminizare.

A doua dificultate care apare în elucidarea formării şi a transformării ţiţeiurilor din avanfosa carpatică internă o reprezintă deosebirile evidente dintre compoziţia ţiţeiurilor din helveţian, sarmaţian şi meoţian, pe de o parte, şi acelea din dacian şi levantin, pe de altă parte. Dacă ar fi existat o comunicaţie liberă a ţiţeiului între meoţian şi levantin-dacian, ar fi trebuit să existe mari asemănări între aceste ţiţeiuri. Marnele ponţianului însă, cu grosimea lor de cîteva sute de metri, cu gradul de compactare avansată, au împiedicat comunicaţia liberă şi uniformizarea ţiţeiurilor din etajele pe care le separă. Prezenţa în nisipurile dacianului şi ale levantinului, a petrolului naftenoaromatic, diferit de acela din meoţian, cu caracter parafino-aromatic, reprezintă un indiciu că prin marnele ponţianului nu au putut difuza decît în cantităţi infime, cele mai mobile structuri parafinice.

Problema inversării tipului structural al ţiţeiului, de la tipul parafinic cu stabilitate mai mare, la tipul naftenic sau aromatic cu entalpie mai ridicată, nu este încă rezolvată teoretic. Concepţia formării hidrocarburilor naftenice prin oxidarea hidrocarburilor parafinice, nu este acceptată de C. Holszky şi E. Cruceanu [10]. Tot la fel, este greu să se accepte posibilităţile întrevăzute de A. van Eggelpoel [8] pentru naftenizarea sau aromatizarea unui ţiţei parafinic, iar dacă totuşi din lanţuri parafinice se pot realiza în rocile sedimentare nuclee naftenice sau aromatice, apoi acestea reprezintă produse secundare pe lîngă alte produse care nu au caracter naftenic sau aromatic. De aceea nu se poate accepta ideea că ţiţeiurile din dacian şi din levantin îşi datorează caracterele chimice unor procese de transformare inversă. Dimpotrivă, este mai plauzibil să se considere că ele reprezintă un tip de ţiţei foarte tînăr, într-un stadiu puţin avansat, în care se

menține încă caracterul naftenic-aromatic propriu țițeiurilor tinere. Țițeiurile din pliocenul superior sînt legate genetic în principal de marnele ponțianului și în subsidiar de cele din dacian și din levantinul inferior.

Studiile recente întreprinse de A. Șerbănescu [17] cu privire la conținutul de porfirine, azot, sulf și metale din unele țițeiuri românești confirmă ipoteza vîrstei diferite a țițeiurilor din dacian și din levantin față de acelea din meoțian și din miocen. Astfel, după examenul porfirinelor se constată că în țițeiurile dacianului și ale levantinului dintr-o serie de structuri diapire predomină tipul filo, iar în țițeiurile din meoțian, din miocen și din oligocen predomină tipul etio. În afară de aceasta, țițeiurile din pliocenul superior conțin proporții mai mari de porfirine decît celelalte țițeiuri (315—844 p.p.m., față de 146—497 p.p.m.).

O diversificare asemănătoare rezultă și din analiza conținutului de vanadiu din diferite țițeiuri [10], sensibil mai ridicat în țițeiurile nafteno-aromatice din pliocenul superior, comparativ cu țițeiurile de alt chip cuprinse în etajele mai vechi, ceea ce nu se poate explica decît prin surse diferite de formare, fiind cunoscută înalta capacitate de fixare a vanadiului de către unele alge marine față de alte organisme vegetale și față de acelea animale.

În concluzie, datele cu privire la compoziția chimică a țițeiurilor din structurile analizate duc la conceptul existenței mai multor epoci de formare a petrolului în avanfosa carpatică internă. În timpul oligocenului, se recunoaște o epocă scurtă și incompletă, întreruptă înainte de consumarea întregului volum de materie organică. Ea a început o dată cu îngroparea mîlului bituminos, dar din cauza adîncimii reduse de îngropare, productivitatea transformărilor a fost redusă. O dată cu cutarea și cu exondarea terenurilor oligocene în faza savică, petrolul din oligocen a suferit profunde transformări chimice, pierzîndu-se în cea mai mare parte în perioada eroziunii postoligocene.

O nouă epocă petroligenă s-a instalat în timpul helveținului (continuată eventual în tortonianul superior); în această epocă, în paralel cu formarea generației de hidrocarburi în pelitele helveținului, s-a format o generație nouă de petrol în oligocen, din materia organică incomplet transformată în timpul primei epoci. În sectoarele în care sedimentarea postoligocenă a fost reluată abia în meoțian (de exemplu, la Copăceni și în alte zone), a doua generație petroligenă în pelitele oligocene s-a instalat în timpul pliocenului.

Ultima epocă petroligenă aparține ponțialului, dacianului și levantinului inferior; ea este răspunzătoare de formarea petrolului și a gazelor în pelitele ponțianului, ale dacianului și ale levantinului, dar în acest timp a continuat și generarea țițeiului în depozitele helveținului; acolo unde oligocenul este acoperit nemijlocit de pliocen, această epocă ar putea reprezenta totodată principala epocă de formare a țițeiului în pelitele oligocene. În fiecare epocă s-a format mai întîi un țiței naftenic greu, bogat în compuși heteroatomici, care a evoluat către tipul parafinic.

Cele mai tinere țițeiuri, cum sînt acelea formate și acumulate în dacian și în levantin, ca și acelea acumulate în oligocen, dar formate mult mai tîrziu, în miocenul superior sau chiar în timpul pliocenului, sînt nafteno-aromatice sau foarte aproape de acest tip, dar petrolurile formate în helvețian sînt de tip parafino-nafteno-aromatic sau mai evoluate.

Variația compoziției chimice a țițeiurilor acumulate în seria helvețiană-meoțiană, în deplin acord cu legile filtrației complexelor hidrocarburice, duce la concluzia sursei lor comune, miocene.

Bibliografie

1. Bienner, F. și Louis, M. În: Rev. de l'Inst. Franç. du Pétrole, **X**, 5, 1955.
2. Bordovskii, O. K. Nakoplenie i preobrazovanie organiceskovo veșcestva v morskih osadkah. Izd. Nedra, Moscova.
3. Byramjée, R. În: Rev. de l'Inst. Franç. du Pétrole, **XXII**, 5, 1967.
4. Căpraru, C. și Olteanu, G. În: Petrol și Gaze, **XIX**, nr. 6, 1968.
5. Creangă, C., Dumitrescu, F., Negrescu, V., Caraiani, V., Neacșu, P. și Rădulescu, S. În: Acad. Rep. Pop. Roum., Rev. Chimie, **VII**. 1, 1962,
6. Dobryansky, A. F. În: Rev. de l'Inst. Franç. du Pétrole, **XVIII**, 1, 1963.
7. Dumitrescu, C. Considerații asupra evoluției petrolurilor românești, Com. Stat Geol., D. d. s. Sed., L. II/3, (1963, 1965), 1967.
8. van Eggelpoel, A. În: Rev. de l'Inst. Franç, du Pétrole, **XIV**, nr. 12, 1959, XV., nr. 1, 1960.
9. Hlauschek, H. În: Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. **34**, nr. 3, 1950.
10. Holszky, C. și Cruceanu, E. În: Acad. Rep. Pop. Rom.. Studii și Cercetări Chim. nr. 3, 1958.
11. Karțev, A. A. În: Geol. nefti i gaza, nr. 4, 1968.
12. Mc. Iver, R. D. Composition of kerogen-clue to its role in the origin of Petroleum. Seventh World Petrol. Congress, Mexico, **2**, Elsevier Publish Co Ltd. England, 1967.
13. Louis, M. și Tissot, B. Influența temperaturii și a presiunii asupra formării hidrocarburilor în argilele care conțin kerogen. În: MIPCh, NGG nr. 9, 1967.
14. Mileșina, A. G. și Safonova, G. I. În: Gheol. nefti i gaza, nr. 8, 1963.
15. Poulet, M. În: Rev. de l'Instit. Franç, du Pétrole, **XXIII**, nr. 2, 1968.
16. Reznikov, A. N. În. Gheol. nefti i gaza, nr. 5, 1967.
17. Șerbănescu, A. În: Petrol și gaze, **XIX**, nr. 2, 1968.
18. Tissot, B. În: Rev. de l'Inst. Franç. du Pétrole, **XXI**, nr. 11, 1966.
19. Welte, H. D., În: Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. **49**, nr. 12, 1965.

Contribuţii la studiul prepanonianului din bazinul Zalău (Depresiunea panonică)

O. Dicea şi P. Duţescu

Bazinul Zalău reprezintă un sector restrîns, la limita de est a Depresiunii panonice, delimitat la est şi la sud-est de masivul Meseş, la sud şi sud-vest de masivul Plopiş, la vest şi la nord-vest de horstul Fizeş-Crasna-Heghişa-Codru şi continuat către nord-nord-est cu bazinul Baia Mare. Acest bazin de sedimentare, care a luat naştere pe un graben a fost umplut cu sedimente miopliocene. Formaţiunile care apar la zi au fost descrise foarte detaliat de către M. P a u c ă (1964).

Prin executarea de foraje de cercetare geologică în această zonă, s-au obţinut date noi asupra depozitelor prepanoniene şi asupra raporturilor geometrice dintre diferitele formaţiuni puse în evidenţă (fig. 1). Articolul îşi propune să se refere tocmai la aceste elemente.

Stratigrafia

În bazinul Zalău, au fost identificate, sub cuvertura depozitelor panoniene, formaţiuni aparţinînd danian-paleocen-ypresianului, burdigalianului-helveţianului, tortonianului, buglovianului şi sarmaţianului.

Danian-paleocenul-ypresianul a fost urmărit prin sondele de la Cehul Silvaniei spre sud, pînă la Ortelec, şi de aici pe o bandă est-vest, între Hereclean şi nord de Măgura Şimleului. El aflorează sub panonian într-o insulă la Hereclean şi la nord de Măgura Şimleului. Anterior, depozitele roşii ale danian-paleocenului erau menţionate (M. P a u c ă 1964) numai la Jibou şi la Şimleul Silvaniei, la zi.

În zona Ortelec — Hereclean, în formaţiunea danian-paleocenă, s-au putut separa trei serii litologice :

— seria inferioară, cu o grosime în jur de 40 m, constituită din conglomerate şi din microconglomerate cu elemente puţin rulate de cristalin şi de roci sedimentare mai vechi, cu matrice marno-argiloasă bogată în oxizi de fier ;

— seria mijlocie, cu o grosime de circa 500—600 m constituită, în cea mai mare parte, din gresii roşii, grosiere sau fine, cu zone sau cu pete roşii, alternînd cu argile plastice, roşii sau violacee, cu pete gri şi verzi ;

— seria superioară, cu grosime în jur de 150 m, constituită din argile roşii, cu pete şi cu zone gri sau verzi, cu rare intercalaţii de gresii fine şi de microconglomerate cu matrice argiloasă.

Dat fiind faptul că formaţiunea nu a fost traversată peste tot în întregime, separaţiile făcute sînt valabile, pentru moment, numai în zona Ortelec — Hereclean.

Argumente paleontologice noi pentru atribuirea vîrstei dano-paleocen-ypresian, nu au fost găsite şi de aceea s-a adoptat părerea exprimată de M. P a u c ă (1964), ca şi consideraţiile de geneză ale formaţiunii discutate, făcute de acelaşi autor.

Burdigalian-helveţianul constituie un etaj structural separat, care a fost identificat la zi, la est de Ortelec, de către I. G r ă f (1967) şi în sonde, la vest de Ortelec şi de Mezeşeni. Pe baza acestor elemente s-a presupus că în bazinul Zalău, depozitele de acest fel au o dezvoltare mai completă. Legătura dintre bazinul Zalău şi Depresiunea Transilvaniei, unde burdigalian-helveţianul se dezvoltă foarte bine, se face, probabil, prin culoarul Moigrad.

Seria litologică atribuită burdigalian-helveţianului începe cu conglomerate poligene grizverzui, cu gresii şi cu nisipuri, şi continuă cu un complex de marne gri, cu intercalaţii centmetrice de gresii gri, fine şi, subordonatii, cu argile şi cu nisipuri cenuşii.

În culoarul Moigrad, S t. M a t e e s c u (1927) a menţionat depozite conglomeratice de vîrstă burdigaliană. M. P a u c ă (1964) a contestat existenţa burdigalianului în această zonă, considerînd acele depozite ca aparţinînd danian-paleocenului. Din aceste conglomerate I. G r ă f (1967) a determinat forme de *Pecten pseudobeudanti*, *Chlamis holgeri*, *Chlamis* sp., care confirmă vîrsta lor burdigaliană.

Paralelizînd seria conglomeratică întîlnită în sondele Ortelec şi Mezeşeni cu conglomeratele din culoarul Moigrad, autorii le acordă vîrsta burdigaliană. Astfel, acest pachet litologic s-ar echivala cu stratele de Coruş (K o c h 1894) din Depresiunea Transilvaniei, aceste strate fiind întîlnite, de asemenea, în forajele din zona Mădăraş, la vest de masivul Codru. Grosimea seriei traversate la Ortelec este de circa 95 m.

Din partea superioară a seriei s-a determinat următoarea asociaţie microfaunistică * :

— *Ammodiscus incertus* d'O r b i g n i, *Bathisiphon filiformis* M. S a r s, *Bolivina antiqua* d' O r b., *B.danvilensis* H a w et W a l l a c e, *B.marginata* C u s h m a n, *Bulimina pupoides* d'O r b., *Chilostomelloides oviformis*

*) Determinările au fost făcute în cadrul I.C.P. Geo.

(Sherborne et Chapm.), *Cyclammina, cf. orbicularis* Brady, *Glandulina laevigata* d'Orb., *Globigerina bulloides* d'Orb., *Globigerina triloba* Reuss, *Gumbelina globuloasa* Herenberg, *Hyperammina elongata* Brady, *Lagena hispida* Reuss, *Listerella* (*Martinotiella*) *communis* (d'Orb.), *Nonion pompiloide* (Fichtel et Moll), *Nodosaria radicula* (Linné) *var. artiqua* Neug., *Nodosaria hispida* Schwager, *Ostacolus scitulum* (Berthelin) *Pulenia sp.*, *Robulus cultratus* Montf., *Spiroplectammina dentata* (Alth.), *S.tenuis* Czyzek, *Siphonodosaria pyrula* (d'Orb.), *Uvigerina aculeata* d'Orb.

Această asociaţie a fost întîlnită în Depresiunea Transilvaniei şi la Mădăraş, în stratele de Hida, şi a fost considerată ca fiind caracteristică pentru helveţian.

Prin identificarea seriei burdigalian-helveţiene se completează coloana stratigrafică a formaţiunilor cunoscute în bazinul Şimleului (M. Pauca 1964) şi se individualizează un nou etaj structural, separat prin discordanţă atît de etajul inferior (danian-paleocen), cît şi de cel superior (miocen mediu-superior).

Tortonianul este cunoscut în deschideri naturale în jurul insulelor de cristalin de la Şimleul Silvaniei şi la Heghişa, apoi pe valea Rece, pe marginea sud-estică a bazinului Zalău, între Ponita şi Cehul Silvaniei, şi în sud-vest, la Tusa şi la Preuteasa (M. Pauca 1964).

Forajele au pus în evidenţă o dezvoltare aproape generală a tortonianului, depăşind limitele bazinului Zalău, cu excepţia insulei *dano*-paleocene de la Crişeni, unde tortonianul este absent. În pat, tortonianul, ia contact fie cu cristalinul, fie cu danian-paleocenul, fie cu miocenul inferior (burdigalian-helveţian).

Din punct de vedere litologic, este reprezentat prin tufuri în alternanţă cu gresii, din marne

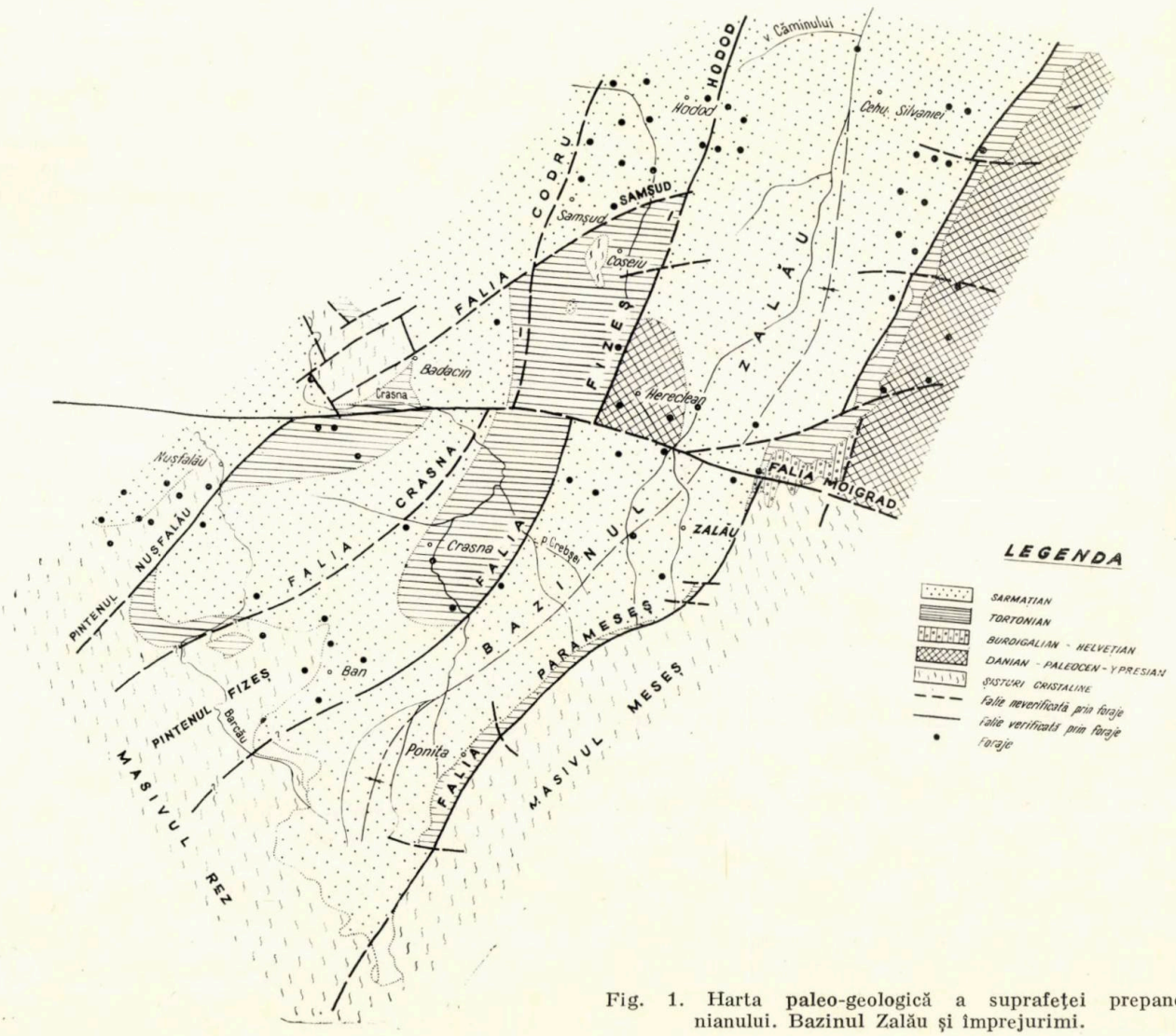


Fig. 1. Harta paleo-geologică a suprafeţei prepanonianului. Bazinul Zalău şi împrejurimi.

tufacee, din microconglomerate și din conglomerate cu lithothamnium și cu gipsuri. Această serie este dezvoltată în zonele de margine ale bazinului. Către centru se dezvoltă o serie marnoasă-argiloasă, cu intercalații de tufuri și cu rare niveluri gipsifere. Grosimea variază între 100 și 150 m.

În carotele mecanice extrase prin foraje s-au identificat exemplare de *Ostrea digitalina* Dub., *Arca diluvii* Desh., *Corbula carinata* Duj., *Chlamis elegans* Andr., *Lucina columbella* Lam., *Pecten sp.*, *Conus sp.*, și *Lithothamnium rammosissorum* Andr.

Asociația microfaunistică este reprezentată prin:

— *Asterigina carinata* (d'Orb), *Asterigina planorbis* (d'Orb.), *Bolivina antiqua* (d'Orb.) *B. gracilis* (Cush. et Apralin) *B. dilatata* (Cush. et Apralin), *Bulimina aculeata* (d'Orb.), *B. pupoides* (d'Orb.), *Candorbulina universa* (Jedtlishca), *Discorbis* (*Valvulineria*) *saulcii* (d'Orb.), *Epistomina elegans* (d'Orb.), *Globigerinoides conglobatus* (Brady), *Glandulina laevigata* (d'Orb.), var (Cush et Apralin.), *Listerella communis* (d'Orb.), *Lagena gracillina*, (Sequen), *Nodosaria radicula* (Linné) var *Ambiqua* (Neugeboren), *Nonion pompiloides* (Fichtel et Moll), *Nonion tuberculatum* (d'Orb.) *Planulina wuellerstorfi* (Schwager), *Spiroloculina dentata* (ATTH) *Spirialis andrussowi* (Kitt), *Spirialis umblicatus* (Bornemann), *Uvigerina aculeata* (d'Orb.), *Uvigerina costata* (Breda), *Uvigerina mexicana* (Nuttall) și *Virgulina schreisina* (Czjzek).

Microfauna caracterizează tortonianul superior (M. Pauca 1964). Asociația microfaunistică se încadrează în zona micropaleontologică T_2, a lui T. Iorgulescu (1953, 1954), corespunzînd orizontului marnelor cu Spirialis din Depresiunea getică și din zona miopliocenă din Muntenia.

Buglovianul a fost identificat numai micropaleontologic, într-o serie litologică formată din marne și din argile cenușii, uneori foioase, care fac trecerea de la tortonian la sarmațian, avînd o grosime de circa 40—50 m. Asociația microfaunistică este caracterizată prin erupția genului Cibicides lobatulus și este reprezentată prin următoarele forme: *Articulina mayori* (Cush)., *Bolivina danvillensis* (Howe et Walace), *Cibicides lobatulus* (Wallker et Jacob), *Cibicides pseudoungerianus* (Cush, *Elphidium fichtelianum* (d'Orb), *Elphidium macellum* (Fichtel et Moll), *Quinqueloculina seminula* (Linné), *Triloculina oblonga Montagu*, *Ervilia sp*, *Spirialis konkensis* (Lhizh), *Cytherideis curvata* (Bosquet), *Hemicythere ovoidea TRB.* și fragmente de briozoare.

Această asociație se încadrează în zona micropaleontologică cu *Cibicides lobatulus*, corespunzînd buglovianului din zona miopliocenă (T. Iorgulescu 1953, 1954), din Depresiunea Transilvaniei, din Platforma Moesică (I. Costea și F. Negoiță 1958) și din Platforma Moldovenească (B. Ionesi 1968).

Analiza asociației microfaunistice a buglovianului sugerează pentru unele zone ale Bazinului Șimleu continuitate de sedimentare între tortonian și sarmațian.

În asociație se dezvoltă încă genuri care caracterizează tortonianul superior, dar apar și genurile care anunță sarmațianul inferior.

Pînă acum se considera (M. Pauca 1964) că buglovianul lipsește în bazinele Munților apuseni, ca urmare a îndulcirii apelor.

Sarmațianul datorează cele mai detaliate descrieri ale depozitelor care apar la zi lui M. Pauca (1964). Acesta menționează depozite sarmațiene sub formă de petece la limita de sud-est a bazinului și în legătură cu insulele de cristalin de la Șimleul Silvaniei și de la Heghișa.

Prin foraje s-a delimitat mai bine aria de răspîndire a sarmațianului sub cuvertura de depozite panoniene (fig. 1), confirmîndu-se larga lui dezvoltare pe toată suprafața bazinului, cu excepția zonelor de ridicare a fundamentului de la Recea, de la Crișeni, de la Heghișa, de la Măgura Șimleului și de la Codru. Pe aceste zone el nu s-a depus sau a fost îndepărtat ulterior.

Seria litologică a sarmațianului este reprezentată prin marne cenușii compacte în alternanță cu nisipuri, cu gresii cenușii, cu calcare lumașelice și cu calcare oolitice. În zonele exterioare ale bazinului în jurul ridicărilor presarmațiene, sarmațianul este reprezentat printr-un facies calcaros-conglomeratic, în timp ce în zonele interioare ale bazinului, faciesul devine marnos, cu intercalații subțiri de gresii și de nisipuri. Alteori, el conține intercalații subțiri de tufuri dacitice și de gresii tufacee.

În partea superioară a seriei sarmațiene, se întîlnește un pachet de 50—60 m de marne foioase, cu pelicule calcaroase cu intercalații subțiri de gresii fine, cenușii. Deasupra acestui pachet, pe o grosime de circa 50—100 m, se dezvoltă marne cenușii nisipoase, identice cu cele din pliocen, dar faunistic aparținînd sarmațianului. Din pachetul de marne foioase s-au determinat *Cardium transcarpaticum* Grischk, *Cardium lithopodolicum sarmaticum* Kol. și *Ervilia dissita dissita* Eichw. Aceste forme atestă prezența sarmațianului inferior.

Asociația microfaunistică determinată din carotele mecanice este reprezentată prin: — *Articulina mayori* (Cush), *Borelis melo* (Fichtel et Moll) *Carpenteria* (*Semseya*) *lamellata* (Fralenau), *Elphidium angulatum* (Egger), *Nonion granosum* (d'Orb), *Rota-*

lia beccari (L i n n é), *Sphaeridia papillata* (H e r o n et E a r a l d), *Quinqueloculina* etc. Această asociaţie caracterizează sarmaţianul inferior şi mediu şi este similară cu cea întîlnită în sarmaţianul din Platforma Moesică (R. M u ţ i u 1960).

Din pachetul litologic de deasupra marnelor foioase, au fost determinate forme de *Cardium* sp., *Cryptomactra pesanseris* M a y e r, Modiola sp. şi Planorbis sp. Aceste forme, împreună cu asociaţia microfaunistică, din care se reţin : *Bolivina gracilis, Elphidium maccellum, Semseya lamellata, Articulina mayori, Sphaeridia papillata, Porosononion subgranosum, Miliolina selene Sigmoilina heidingeri etc.*, indică prezenţa volhinianului superior — bessarabian inferior, zona cu *Cryptomactra pesanseris* şi zona cu *Sphaeridia papilata* (R. M u ţ i u 1961, I. C o s t e a 1967).

Rezultă că în bazinul Zalău ciclul de sedimentare al miocenului se încheie cu sarmaţianul mediu, peste care urmează, transgresiv, depozitele panoniene.

Tectonica

În succesiunea depozitelor prepanoniene din bazinul Zalău se disting, pe bază de discordanţe trei etaje structurale : etajul inferior-danian-paleocen, etajul mediu-burdigalian- helveţian şi etajul superior — tortonian-buglovian-saramaţian. Cel mai bine reprezentat este etajul structural superior (fig. 1).

Bazinul Zalău a luat naştere pe un graben a cărui formare a început încă din mezozoic (M. P a u c ă 1964). Limita de est şi de sud-est este marcată printr-o importantă linie de falie — falia Paramezeş — , a cărei formare a început din timpul mezozoicului (M. P a u c ă 1964) şi a fost reactivată în diferite etape ulterioare.

Limita de vest şi de sud-vest este marcată, de asemenea, printr-o falie, falia Fizeş-Hodod. Cele două falii sînt întrerupte în zona Ortelec-Hereclean de o falie importantă, falia Moigrad (S t . M a t e e s c u 1938).

Astfel delimitat, bazinul Zalău apare încadrat de două horsturi : la est şi la sud-est horstul Mezeş-Jibou şi la vest şi la nord-vest horstul Fizeş-Crasna-Heghişa-Codru. Ultimul separă bazinul Zalău de bazinul Şimleului, infirmîndu-se astfel concepţia lui M. P a u c ă (1964) asupra delimitării acestui bazin. Falia Paramezeş a fost studiată atent şi argumentată de M. P a u c ă şi, de aceea, nu vom menţiona decît că, la sud-est de Cehul Silvaniei, sondajele au demonstrat un salt de 400 m la nivelul fundamentului cristalin şi de 700 m la Mezeşeni, la acelaşi nivel.

Falia Moigrad, în afară de decroşarea compartimentului nordic, spre est (fig.1), determină o importantă cădere a compartimentului sudic, apreciată în sondele de la Crişeni-Ortelec la minimum 1 300 m, la suprafaţa etajului structural inferior danian-paleocen.

Falia Moigrad se continuă la sud de Măgura Şimleului, determinînd coborîrea compartimentului sudic cu 1 300 m, la nivelul fundamentului cristalin.

Falia Fizeş-Hodod a fost controlată la Recea şi la Crişeni. La Recea, saltul este de cel puţin 800 m, iar la Crişeni în jur de 200 m. Se observă că la nord de falia Moigrad, saltu-rile sînt mai mici. Horstul Fizeş-Crasna-Heghişa Codru a fost controlat în zonele Fizeş şi Recea şi este marcat prin apariţiile la zi ale cristalinului de la Heghişa şi de la Codru. În lungul acestui horst, intervin două ridicări transversale importante, de vîrstă prepanoniană : una la sud de Crasna şi alta la Hodod (fig.1).

Falia Crasna-Codru nu apare evident la nivelul etajelor mediu şi superior, dar poate fi presupusă la nivelul etajului inferior şi al fundamentului.

Pintenul Nuşfalău se continuă după o afundare transversală, între Nuşfalău şi Şimleul Silvaniei cu cristalinul din Măgura Şimleului.

La Hereclean se individualizează o insulă de danian-paleocen, care a jucat rol de zonă ridicată în post sarmaţian.

Interpretarea automată a pandajmetriei continue, cu ajutorul calculatoarelor numerice

Al. Babskow, V. Negoiță și C. Nițã

Documentele Congresului al X-lea al Partidului Comunist Român acordă o deosebită atenție problemei creșterii bazei interne de materii prime, în care scop cercetările geologice întreprinse vor trebui să conducă la identificarea unor rezerve industriale sporite de hidrocarburi. Acest deziderat trebuie să se realizeze cu cheltuieli cît mai mici, prin utilizarea judicioasă a fondurilor și prin intensificarea preocupărilor pentru economisirea mijloacelor materiale și financiare alocate. În acest scop se impune o creștere în măsură însemnată a eficienței activității geologice, prin extinderea folosirii metodelor și a aparaturii geofizice moderne, prin micșorarea duratei de prospectare-explorare a zăcămintelor, precum și a perioadei de punere în valoare a rezervelor.

Una dintre căile de atingere a obiectivelor menționate o constituie prelucrarea automată a datelor investigărilor geofizice de sondă, cu ajutorul calculatoarelor numerice [1,3,4], deoarece are ca efect :

— reducerea substanțială a timpului de reținere a sondei pentru stabilirea programului viitor pe baza interpretării materialului diagrafic înregistrat ;

— realizarea unei interpretări complexe, pe baza tuturor înregistrărilor de date geofizice, și eliminarea factorului subiectiv în interpretare ;

— creșterea gradului de precizie și de complexitate al interpretării datelor investigărilor geofizice.

Articolul de față își propune prezentarea unei metode de interpretare a datelor de pandajmetrie continuă, elaborată și experimentată de autori în țara noastră.

I. Pandajmetria continuă și elemente de interpretare automatizată

Pandajmetria ocupă un loc important în gama metodelor de investigare geofizică la sonde, aducînd contribuții importante în stabilirea unor elemente structurale și stratigrafice și constituind un prețios ajutor al cercetării geologice a zăcămintelor de hidrocarburi. Operația de pandajmetrie are ca scop determinarea înclinării față de planul orizontal și a direcției de înclinare (azimutul geografic) a stratelor străbătute de gaura de sondă.

Aparatura geofizică utilizată pentru metoda de pandajmetrie continuă permite înregistrarea simultană a șapte parametri folosiți pentru determinarea elementelor de înclinare ale stratelor (fig.1) :

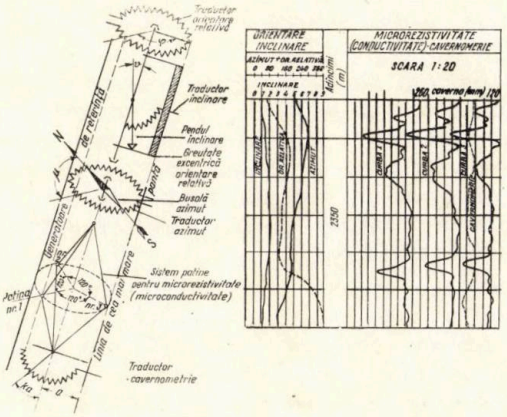


Fig. 1. Aparatura de sondă de pandajmetrie continuă și modul de prezentare a diagramei.

a) trei curbe de *microrezistivitate* (*microconductivitate*) focalizate, înregistrate cu ajutorul a trei dispozitive de electrozi, microfocalizate, dispuse într-un plan normal pe axul găurii de sondă, la 120° unul față de altul. Dispozitivele de electrolizi sînt montate pe cîte o patină izolantă și sînt aplicate pe peretele găurii de sondă prin intermediul unor mecanisme paralelogram ;

b) o curbă de *cavernometrie* (diametrul găurii de sondă), înregistrată cu ajutorul unui traductor potențiometric cuplat cu unul dintre mecanismele paralelogram ;

c) o curbă a unghiului de *azimut* al dispozitivului de electrozi de referință (notat cu 1), față de direcția Nord magnetic, determinat cu ajutorul unei busole cuplate unui traductor rezistiv ;

d) o curbă a unghiului de *orientare relativă* a electrodului 1 față de planul de înclinare al găurii de sondă*, determinat cu ajutorul unei greutăți excentrice cuplată cu un traductor rezistiv ;

e) o curbă a unghiului de *înclinare* a găurii de sondă față de verticală, determinat cu ajutorul unui pendul cuplat cu un traductor rezistiv.

Greutatea excentrică și pendulul sînt reunite în același sistem, denumit sistemul de înclinare,

* Planul de înclinare este planul definit de verticala locului și de linia cu cea mai mare pantă de înclinare a găurii de sondă.

astfel încît unghiul de înclinare indicat de pendul este cuprins în permanență în planul de înclinare.

Interpretarea diagrafiei de pandajmetrie constă din două operații principale :

1) definirea planului stratului prin determinarea a trei puncte omoloage pe cele trei curbe de microrezistivitate (microconductivitate) — *corelarea curbelor* ;

2) *determinarea elementelor de înclinare* ale planului stratului, respectiv a unghiului dintre acesta și planul orizontal (sau dintre normala pe planul stratului și verticala locului) și a direcției de înclinare.

În prezent sînt cunoscute o serie de metode analitice [2] și grafice [6] de interpretare a măsurărilor de pandajmetrie, care sînt, în general, suficient de laborioase, solicitînd interpretatorului un volum mare de calcule și muncă de rutină pentru fiecare punct de adîncime prelucrat.

Deoarece pentru o interpretare geologică completă este necesară uneori cunoașterea elementelor stratelor traversate de gaura de sondă în cîteva sute de puncte, prelucrarea acestor date necesită mobilizarea a 1—2 interpretatori, pe o perioadă de 5—7 zile, într-o muncă de rutină, răpindu-le totodată posibilitatea de a-și fructifica într-un mod superior volumul de cunoștințe, potențialul de inteligență și timpul de lucru.

În aceste condiții, prelucrarea automată a datelor înregistrate în pandajmetria continuă asigură reducerea timpului de lucru din interpretare, creînd totodată premisele realizării unor importante economii materiale [8].

Una dintre cele mai importante probleme în interpretarea diagrafiei de pandajmetrie o constituie corelarea celor trei curbe de microrezistivitate (microconductivitate) și determinarea decalajului dintre acestea.

Într-adevăr, din figura 2 se poate vedea că cele trei curbe de corelare înregistrate de dispozitivele de microrezistivitate (microconductivitate) focalizate 1, 2 și 3, dispuse în cerc, într-un plan normal pe axul găurii de sondă, la 120° între ele, sînt decalate pe verticală cu o distanță care depinde de înclinarea planului stratului față de planul orizontal.

Dacă pe curbele de microrezistivitate (microconductivitate) înregistrate se pot determina anumite puncte caracteristice, aceleași pentru toate curbele, aceste puncte pot folosi pentru definirea planului stratului. În acest scop, cele mai indicate sînt punctele de inflexiune P_i, care se găsesc pe un segment ascendent sau descendent a unei deplasări a curbei și care, în general, corespund limitelor stratului pus în evidență de deplasarea respectivă.

Pentru a se putea stabili cele trei puncte omoloage care definesc planul stratului, este necesar să se stabilească segmentele de curbă care corespund aceluiași strat sau aceleiași porțiuni din profilul sondei, respectiv să se execute operația de corelare a curbelor.

Pentru corelarea a două curbe, reprezentînd două funcțiuni $f(x)$ și $g(x)$, în analiza funcțională se folosește noțiunea de distanță dintre funcții în spațiul metric* determinat de mulțimea punctelor de pe cele două curbe. Cînd $f(x)$ și $g(x)$ sînt două funcții definite de-a lungul

* O mulțime E este un spațiu metric dacă pentru fiecare pereche $x,y \in E$ este definit un număr real $d(x,y)$, numit și distanța dintre x și y, pentru care :

1. $d(x,y) \geqslant 0$ ($d(x,y) = 0$ este echivalent cu $x = y$) ;
2. $d(x,y) \leqslant d(x,z) + d(y,z)$; $x,y,z \in E$ (axioma triunghiului) [7].

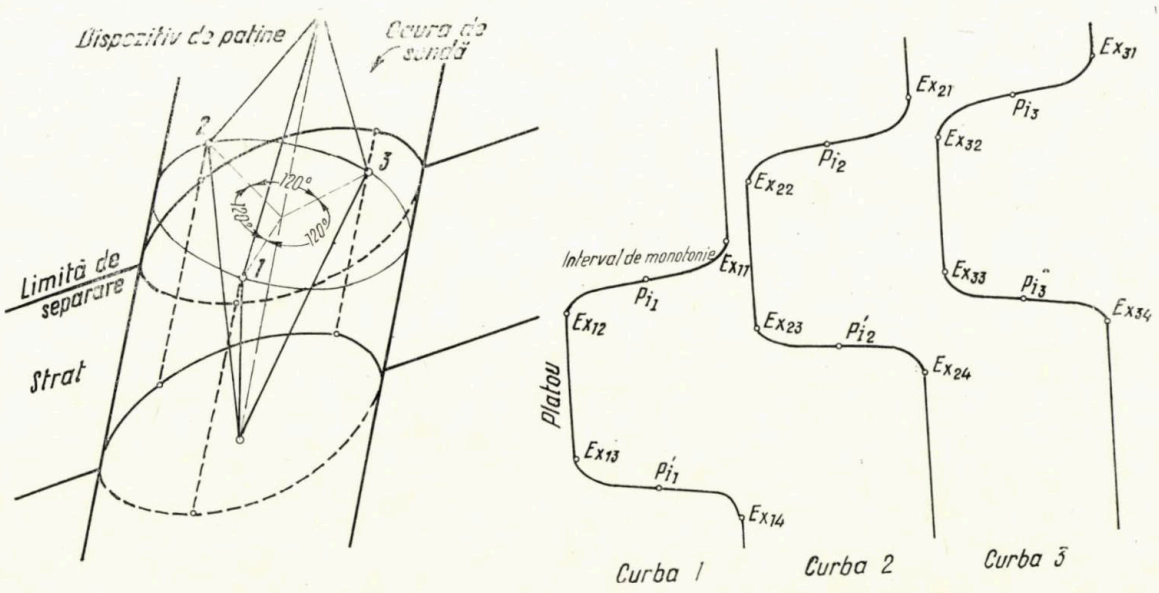


Fig. 2. Definirea planului stratului prin determinarea punctelor caracteristice pe curbele de microrezistivitate (microconductivitate).

intervalului $[a, b]$, pot fi definite două tipuri de spații metrice [4]:
— spațiul $E^{(1)}_{[a,b]}$, cu distanța dintre funcțiile f și g dată de relația:

$$d(f,g) = \operatorname{Sup}_{a \leqslant x \leqslant b} |f(x) - g(x)| \qquad (1)$$

— spațiul $E^{(2)}_{[a,b]}$, cu distanța:

$$d(f,g) = [\int_a^b [f(x) - g(x)]^2 \, dx]^{1/2} \qquad (2)$$

În ambele cazuri, aprecierea gradului de asemănare a celor două curbe se face din condiția:

$$d(f,g) = 0, \qquad (3)$$

care, la rîndul ei, condiționează relația:

$$f(x) = g(x), \qquad (4)$$

respectiv relația de egalitate a celor două funcții reprezentînd curbele.

Acest tip de corelare poate fi folosit în cazul ideal în care cele trei curbe, înregistrate pe trei generatoare ale pereților găurii de sondă, ar fi perfect identice, atît calitativ, ca alură, cît și cantitativ, ca amplitudini. În realitate, oricîte precauții s-ar lua în timpul înregistrării, cele trei curbe nu sînt identice, datorită atît neuniformității peretelui găurii de sondă pe cele trei generatoare, cît și a presiunii diferite, aplicate pe patinele pandajmetrului. În aceste condiții este recomandată folosirea coeficientului de corelare, care are expresia:

$$K(f,g) = \frac{\int_a^b [f(x)\, g(x)] \, dx}{[\int_a^b f(x)]^2 dx \;\; \int_a^b [g(x)]^2 \, dx]^{1/2}} \qquad (5)$$

și care reprezintă unghiul dintre vectoarele n-dimensionale $f(x)$ și $g(x)$, n fiind numărul de puncte din intervalul $[a, b]$.

În cazul prelucrării datelor de pandajmetrie cu ajutorul calculatoarelor numerice, funcțiile $f(x)$ și $g(x)$ sînt date sub formă cuantificată sau „digitalizată", adică sub forma unor șiruri de valori discrete, denumite masive sau tablouri [1]:

$$\begin{aligned} f(x) &= f_1, f_2, \ldots\ldots, f_i, f_{i+1} \ldots\ldots, f_n \\ g(x) &= g_1, g_2, \ldots\ldots, g_i, g_{i+1} \ldots\ldots, g_n \end{aligned} \qquad (6)$$

În aceste condiții, coeficientul de corelare poate fi pus sub forma:

$$K(f,g) = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i g_i}{\left(\sum_{i=1}^{n} f_i^2 \sum_{i=1}^{n} g_i^2\right)^{1/2}}, \qquad (7)$$

unde f_i și g_i reprezintă valoarea funcțiilor respective, adică amplitudinile curbelor în punctul i.

Coeficientul de corelare mai poate fi exprimat și în funcție de abaterile de la valoarea medie ale celor două mulțimi f și g [9]:

$$K(f,g) = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\bar{f} - f_i)(\bar{g} - g_i)}{\left[\sum_{i=1}^{n} (\bar{f} - f_i)^2 \sum_{i=1}^{n} (\bar{g} - g_i)^2\right]^{1/2}}. \qquad (8)$$

unde $\bar{f}$ și $\bar{g}$ sînt valorile medii ale funcțiilor în intervalul considerat.

Coeficientul de corelare ia valori cuprinse în intervalul:

$$-1 \leqslant K \leqslant +1.$$

Pentru $K = 1$, cele două curbe au aceeași alură și aceleași sensuri de variație (fig.3 *a*) cazul de corelare directă; pentru $K = 0$, curbele nu au nici o asemănare (fig. 3 *b*), cazul

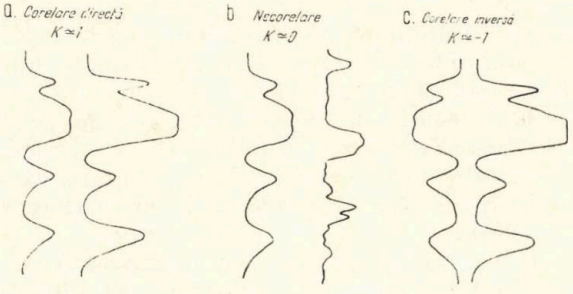


Fig. 3. Cazuri limită de corelare între două curbe.

de necorelare, iar pentru $K = -1$ curbele au aceeași alură, dar sensuri de variație inverse (fig. 3 *c*), cazul de corelare inversă.

S-a arătat anterior că pentru definirea planului stratului, o dată determinate segmentele de curbă corelabile, se folosesc trei puncte caracteristice, omoloage pe cele trei curbe.

Punctele caracteristice principale ale unei curbe, care reprezintă o funcție $f(x)$, sînt:
— punctele de extremă (de maxim sau de minim), în care prima derivată a funcției este egală cu zero:

$$\frac{df(x)}{dx} = 0; \qquad (9)$$

— punctele de inflexiune, în care a doua derivată a funcției se anulează:

$$\frac{d^2 f(x)}{dx^2} = 0. \qquad (10)$$

Un punct de inflexiune se găsește totdeauna într-un interval monoton crescător sau monoton descrescător dintre două puncte de extremă, denumit interval de monotonie. În afară de intervalele monoton crescătoare sau descrescătoare, mai pot exista intervale de constanță, în care funcția are valoare constantă, denumite platouri. Ele reprezintă segmente de

dreaptă paralele cu axele absciselor, iar punctele de pe această dreaptă satisfac şi ele condiţia (9) şi pot fi considerate ca puncte de extremă.

În interiorul unui interval de monotonie, limitat de două puncte de extremă a şi b, condiţia (10), pentru definirea punctului de inflexiune, poate fi scrisă şi sub forma :

$$\left| \frac{\mathrm{d}f(x)}{\mathrm{d}x} \right|_{[a,b]} = max. \ , \qquad (11)$$

adică, modulul primei derivate a funcţiei este maxim pentru intervalul $[a,b]$.

În cazul curbelor prezentate sub formă discontinuă, cuantificată, condiţia (9), pentru definirea punctelor de extremă, devine :

$$\Delta f_i = f_{i+1} - f_i = 0 \ , \qquad (12)$$

iar condiţia (11), pentru punctele de inflexiune :

$$|\Delta f_i| = |f_{i+1} - f_i|_{[a,b]} = max. \qquad (13)$$

Alegerea punctelor de inflexiune pentru definirea planului stratului este justificată datorită următoarelor proprietăţi :

— posibilitatea de a fi delimitate cu precizie în interiorul unui interval de monotonie, spre deosebire de punctele de extremă, a căror delimitare poate fi îngreuiată de existenţa platourilor :

— existenţa în majoritatea cazurilor a unei corespondenţe fizice, biunivoce cu limitele de separaţie dintre strate.

II. Programul de interpretare a pandajmetriei continue

Organigrama programului de interpretare a pandajmetriei continue este prezentată în figura 4 şi este compusă din următoarele secvenţe :

1. Citirea de pe cartelele perforate ale datelor numerice care reprezintă :

a. Amplitudinile curbelor de microrezistivitate (microconductivitate) cu pasul de cuantificare de 1 mm pe diagramă, ceea ce reprezintă 2 cm de teren în scara adîncimilor 1 : 20, obişnuită în măsurările de pandajmetrie.

b. Valorile curbelor de înclinare, orientare relativă şi azimutul electrodului de referinţă (nr. 1) şi a cavernometriei cu pasul de cuantificare de 5 mm de diagramă (10 cm de teren la scara 1 :20).

c. Adîncimile corespunzătoare punctelor citite.

Pe fiecare cartelă sînt perforate valorile de la (b), pentru un punct, precum şi adîncimea corespunzătoare acestui punct şi valorile de la (a), pentru 5 puncte. În funcţie de capacitatea memoriei interne a calculatorului se pot citi într-o singură etapă a programului 1 200—2 000 de cartele, ceea ce corespunde unor intervale de 2—20 m din profilul sondei. Citirea datelor se poate face, în funcţie pe dotarea tehnică, şi de pe alţi purtători de informaţie : benzi de hîrtie perforată sau benzi magnetice.

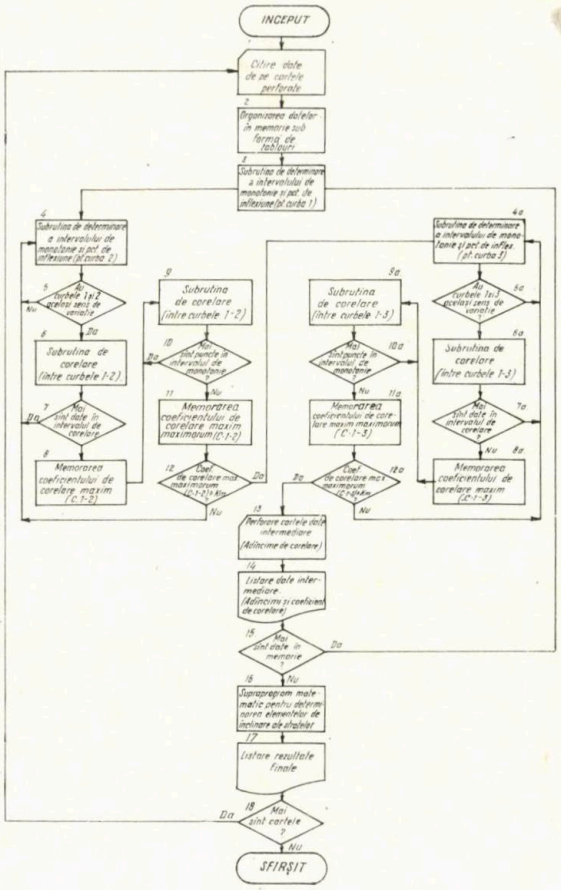


Fig. 4. Organigrama programului de interpretare a pandajmetriei continue.

2. Organizarea datelor în memoria internă a calculatorului sub formă de masive (tablouri) unidimensionale, pentru a putea fi uşor accesibile în operaţiile care urmează. Astfel, vor exista trei tablouri cu 1 000—10 000 elemente, pentru valorile de rezistivitate, şi şase tablouri, cu 200—2 000 elemente, pentru celelalte valori citite în secvenţa 1.

3. Determinarea primului interval de monotonie pe curba 1 şi a punctului de inflexiune din interiorul acestui interval. Această etapă se realizează prin intermediul unei subrutine speciale din cadrul programului, la care se apelează ori de cîte ori este necesară rezolvarea unei asemenea probleme.

4. Determinarea primului interval de monotonie pe curba 2 şi a punctului de inflexiune corespunzător, apelînd la aceeaşi subrutină.

5. Testarea sensului de variaţie (crescător sau descrescător) al celor două intervale de monotonie. Dacă acestea nu au acelaşi sens de variaţie, punctele de inflexiune determinate nu pot constitui puncte de corelare şi se trece din

nou la secvența 4. Dacă intervalele de monotonie au același sens de variație, ele pot fi corelabile și se continuă programul.

6. Efectuarea corelării curbelor 1 și 2, prin intermediul subrutinei de corelare, pentru punctele de inflexiune determinate, definindu-se intervalul de corelare (minimum 100 și maximum 150 de pași) și calculîndu-se coeficientul de corelare conform relației (8).

7. Testarea existenței altor puncte în intervalul de corelare determinat în cadrul subrutinei de corelare. În caz afirmativ, programul face un salt înapoi la secvența 4, căutîndu-se un nou interval de monotonie pe curba 2 și determinîndu-se punctul de inflexiune corespunzător. Pentru acest nou punct se face din nou corelarea (secvențele 5 și 6). Ciclul secvențelor 4—7 se repetă pînă la epuizarea punctelor din intervalul de corelare, după care se continuă programul.

8. Reținerea în memorie a coeficientului de corelare maxim, obținut în cadrul ciclului, precum și a poziției intervalului de monotonie și a punctului de inflexiune care corespund acestuia. Punctul de inflexiune astfel determinat ar putea constitui un punct de corelare pentru cele două curbe, denumit punct de corelare de ordinul I.

Întrucît există posibilitatea ca limitele de separare dintre două strate să nu fie precis delimitate din cauza lipsei de omogenitate a rocilor sau a rugozităților pereților găurii de sondă, în care caz punctele de inflexiune determinate pe curbe să nu reprezinte chiar limita de separație, se caută în următoarele trei secvențe de program să se îmbunătățească precizia corelării.

9. Se apelează din nou la subrutina de corelare, făcîndu-se corelarea pentru primul punct din intervalul de monotonie stabilit anterior.

10. Se testează dacă mai sînt puncte în intervalul de monotonie, după care se face un salt înapoi la 9 și se execută ciclarea secvențelor 9 și 10, pînă la epuizarea punctelor din interval, continuîndu-se apoi programul.

11. Se memorează coeficientul de corelare maxim maximorum din cele determinate în ciclul arătat. Acesta determină un punct pe intervalul de monotonie, denumit punct de corelare de ordinul II, care poate corespunde cu punctul de corelare de ordinul I, dat de punctul de inflexiune, sau poate fi diferit de acesta.

12. Se testează valoarea coeficientului de corelare maxim maximorum, care trebuie să fie mai mare decît o valoare dată K_m, pentru a avea siguranța unei corelări bune între segmentele de profil analizate.

Pentru o corelare bună, $K_m = 0{,}85-0{,}9$. În caz că nu este îndeplinită condiția, programul revine înapoi la secvența 4 și repetă tot ciclul 4—12, pînă la obținerea unui coeficient de corelare corespunzător. În continuare, urmează secvențele $4\,a - 12\,a$, care execută aceleași operații pentru curbele *1* și *3*. Dacă și coeficientul de corelare între curbele *1* și *3* satisface condiția dată, se poate considera că s-au găsit pe cele trei curbe punctele în care corelarea este optimă (pentru intervalul de monotonie considerat de pe curba *1*) și, cunoscînd adîncimile acestor puncte, planul stratului este definit.

13. Rezultatele obținute în secvențele anterioare, respectiv adîncimile punctelor de corelare determinate, se perforează pe o serie de cartele, denumite cartele de date intermediare. Pe aceste cartele se perforează și elementele de înclinare și de orientare ale găurii de sondă și diametru acesteia pentru adîncimile de corelare determinate.

14. Pentru a avea un control al datelor intermediare, acestea sînt listate, împreună cu coeficienții de corelare obținuți.

15. Se testează apoi dacă au fost epuizate datele din memoria internă, iar în caz contrar se sare înapoi la secvența 3 și se repetă succesiv toate operațiile din secvențele 3—14, pentru alte intervale de monotonie pe curba *1*, pînă la epuizarea datelor din memorie.

16. Cartelele de date intermediare se introduc din nou în calculator și, prin intermediul unui subprogram matematic, se determină elementele de înclinare ale stratelor.

17. Se efectuează listarea rezultatelor finale.

18. Se testează dacă mai sînt cartele de date, în care caz se repetă toate secvențele 1—18, pînă la epuizarea acestora, după care programul se oprește.

În cursul acestui program sînt folosite două subrutine (subprograme), la care se apelează de mai multe ori în decursul desfășurării sale, și anume:

a) subrutina pentru determinarea intervalelor de monotonie și a punctelor de inflexiune;

b) subrutina de corelare.

De asemenea, mai este folosit un subprogram matematic pentru determinarea elementelor de înclinare ale stratelor.

a. *Subrutina pentru determinarea intervalelor de monotonie și a punctelor de inflexiune*

Organigrama subrutinei (fig. 5) este compusă din următoarele secvențe:

1. Începînd cu un anumit punct, de ordinul i, din tabloul unei curbe de microrezistivitate (microconductivitate), se determină diferența de amplitudine dintre două puncte apropiate:

$$\Delta f_i = f_{i+1} - f_i. \qquad (14)$$

2. Se testează dacă modulul diferenței (14) este mai mare decît o anumită valoare dată, d:

$$|\Delta f_i| \geqslant d\ . \qquad (15)$$

Această testare se face pentru determinarea primului punct de extremă de pe curbă. Con-

diția ca un punct să fie punct de extremă este dată de relația (12). Deoarece, însă, aceeași condiție o îndeplinesc și punctele de pe pla-

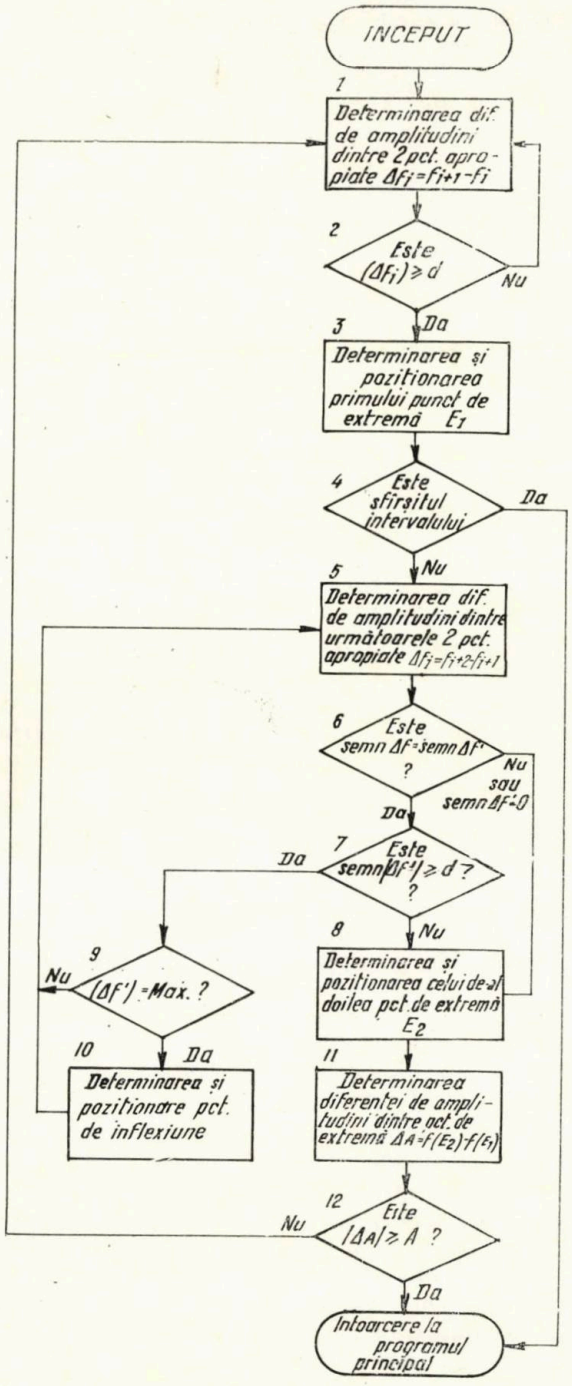


Fig. 5. Organigrama subrutinei de determinare a intervalelor de monotonie și a punctelor de inflexiune.

touri și întrucît poziția exactă a punctelor de extremă nu este chiar atît de importantă în cazul problemei de față, fiind necesară numai determinarea unui interval monoton crescător sau descrescător, condiția (12) este înlocuită de condiția (15), pentru a avea siguranța că în punctul respectiv este într-adevăr începutul unui interval crescător sau descrescător. Valoarea lui d este luată în funcție de ordinul de mărime al preciziei de cuantificare a curbei. Astfel, dacă precizia de cuantificare pe amplitudini este de 1 mm, d va fi de 1—2 mm. Dacă condiția (15) nu este îndeplinită, subrutina se întoarce la secvența 1, explorînd alte puncte, pînă la satisfacerea ei.

3. În punctul de amplitudine f_i, pentru care este satisfăcută condiția (15), se stabilește primul punct de extremă, Ex_1 și se memorează amplitudinea și poziția acestuia.

4. Se testează apoi dacă s-a ajuns la sfîrșitul datelor din memorie; în acest caz, subrutina se întoarce la programul principal, iar în caz contrar se trece la secvența următoare.

5. Se determină diferența de amplitudine dintre următoarele două puncte, care urmează după punctul de extremă Ex_1:

$$\Delta f'_i = f_{i+2} - f_{i+1} \cdot \qquad (16)$$

6. Se testează dacă semnul diferenței $\Delta f'$ este același cu semnul diferenței Δf, pentru a avea siguranța că funcția reprezentată de curbă continuă să fie monoton crescătoare sau descrescătoare.

7. Se testează dacă modulul diferenței $\Delta f'$ este mai mare sau nu decît valoarea dată, d:

$$| \Delta f'_i | \geqslant d. \qquad (15')$$

Dacă condiția (15') nu este îndeplinită, punctul de amplitudine f_{i+1} indică terminarea intervalului de monotonie.

8. În punctul f_{i+1} se stabilește poziția celui de-al doilea punct de extrem Ex_2, reprezentînd sfîrșitul intervalului de monotonie. Se memorează poziția și amplitudinea acestui punct. Același lucru se obține dacă nu este îndeplinită condiția din secvența 6.

9. Dacă condiția (15') este îndeplinită, se testează dacă $| \Delta f'_i |$ are valoarea maximă (condiția 12 pentru punctele de inflexiune).

10. În cazul îndeplinirii condiției (12), se determină poziția punctului de inflexiune, iar în cazul neîndeplinirii condiției (12) se explorează alte puncte (secvența 5).

11. Se determină diferența dintre amplitudinile punctelor de extremă:

$$\Delta A = f(Ex_2) - f(Ex_1). \qquad (16)$$

12. Se testează dacă modulul diferenței (16) este mai mare decît o valoare dată A, stabilită în funcție de gradul de diferențiere dintre amplitudinile maxime și minime ale curbei pe profilul respectiv:

$$| \Delta A | \geqslant A. \qquad (17)$$

Această condiție este necesară, pentru a se putea stabili dacă intervalul de monotonie reprezintă un grad de variație suficient de pregnant pentru a putea fi luat în considerație, respectiv dacă este suficient de semnificativ.

La îndeplinirea condiției (17), intervalul de monotonie determinat este semnificativ și poate fi folosit în continuare în cadrul programului principal, făcîndu-se întoarcerea la acesta; în caz contrar, subrutina reia secvențele de la început, pînă se găsește un interval care să satisfacă condiția dată.

b· *Subrutina de corelare*

Subrutina de corelare (fig· 6) este compusă din următoarele secvențe:

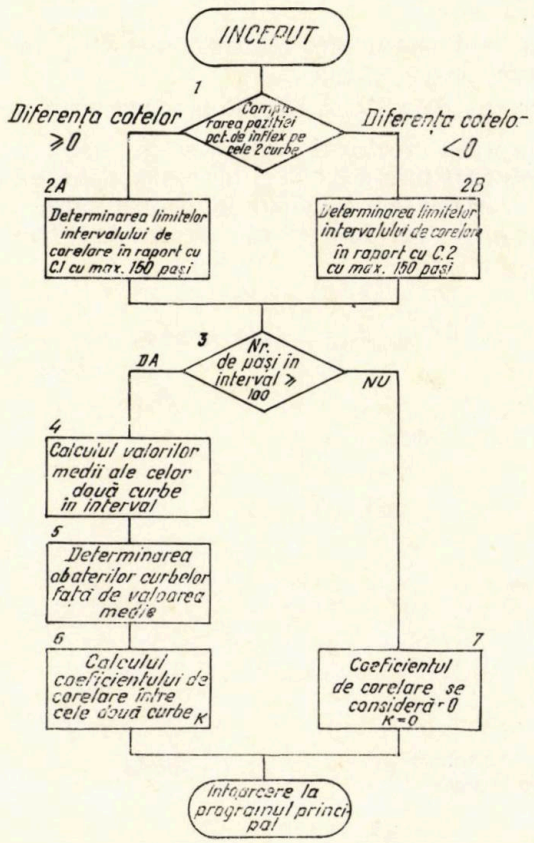


Fig. 6. Organigrama subrutinei de corelare între două curbei

1. Se compară poziția punctelor de inflexiune din intervalele de monotonie determinate pe cele două curbe a căror corelare se face, făcîndu-se diferența cotelor (adîncimilor)·

2. În funcție de poziția relativă a celor două puncte de inflexiune se stabilesc limitele intervalului pe care se face corelarea celor două curbe — intervalul de corelare. Limitele intervalului sînt astfel stabilite, încît să cuprindă cel puțin 100 de pași (puncte), condiție necesară pentru a obține o precizie suficient de mare la determinarea coeficientului de corelare, conform relației (8); lungimea maximă a intervalului este stabilită la 150 de pași, rezultată din faptul că decalajul dintre două puncte de corelare nu poate fi mai mare decît cel corespunzător unei înclinări de strat de 90°·

3. Se testează dacă intervalul de corelare are mai mult de 100 de pași (pot fi mai puțini la capetele secțiunilor de profil studiate)·

4. Se face calculul valorilor medii ale amplitudinilor celor două curbe în intervalul de corelare·

5. Se determină abaterile amplitudinilor curbelor față de valorile medii·

6. Se face calculul coeficientului de corelare, după formula (8).

7. În cazul în care intervalul de corelare are mai puțin de 100 de pași, se stabilește o valoare a coeficientului de corelare egală cu zero· După secvențele 6 sau 7 se efectuează întoarcerea la programul principal.

c· *Subprogramul matematic pentru determinarea elementelor de înclinare a stratelor*

Cunoscîndu-se punctele de corelare ale celor trei curbe de microrezistivitate (microconductivitate) care definesc planul stratului, se vor determina prin intermediul acestui subprogram elementele de înclinare ale planului stratului — înclinarea față de planul orizontal și azimutul geografic al direcției înclinării.

Metoda matematică propusă pentru rezolvarea acestei probleme, adecvată prelucrării datelor pe calculatoarele electronice numerice, poate fi împărțită în două etape de rezolvare:

— în *prima etapă* se determină un vector unitar (versor), normal pe planul stratului, în sistemul de coordonate al găurii de sondă, folosind datele furnizate de cele trei curbe de microrezistivitate (microconductivitate) focalizate și de către curba de cavernometrie:

— în *etapa a doua*, componentele versorului normal pe planul stratului sînt raportate la sistemul de coordonate terestre, obținîndu-se din acestea înclinarea stratului, θ și azimutul geografic al direcției înclinării, Φ·

În figura 7 sînt prezentate elementele geometrice necesare determinării vectorului unitar normal $\vec{n}$

Planul stratului, definit de cele trei puncte de intersecție 1′, 2′ și 3′ cu microdispozitivele focalizate, dispuse la 120° între ele, formează prin intersectarea cu pereții găurii de sondă o elipsă de intersecție, care cuprinde punctele menționate·

Planul normal pe axul găurii de sondă formează și el, prin intersectarea pereților acesteia, un cerc de intersecție care cuprinde punctele 1, 2 și 3, determinate prin intersecția microdispozitivelor cu planul normal și care reprezintă proiecția pe acesta a punctelor 1′, 2′ și 3′· În continuare, se definește un sistem de coordonate rectangulare $Oxyz$, denumit sistemul de coordonate al găurii de sondă, cu axa Oz suprapusă peste axul găurii de sondă și cu axele Ox și Oy cuprinse în planul normal pe acesta· Axa Oy este astfel aleasă, încît să

treacă prin punctul 1, corespunzător microdispozitivului montat pe patina 1·

Versoarele axelor Ox, Oy, Oz sînt respectiv $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$. Cele două plane, planul stratului şi

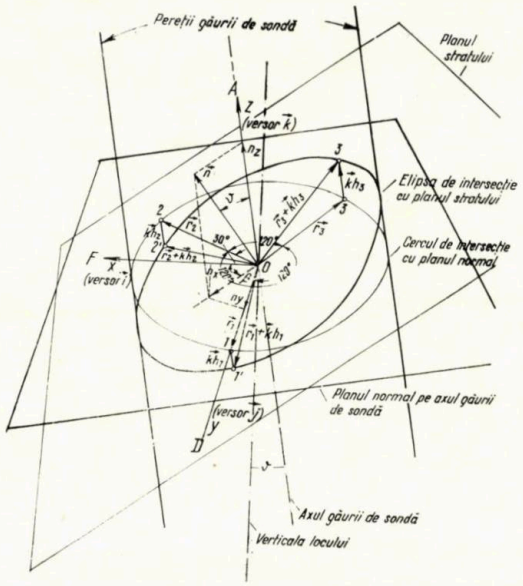


Fig. 7. Elementele geometrice pentru determinarea vectorului unitar normal pe planul stratului.

planul normal, trec prin originea 0 a sistemului de coordonate definit·

Coordonatele pe axa Oz ale punctelor 1′, 2′ şi 3′ sînt respectiv h_1, h_2 şi h_3, iar cele ale punctelor 1, 2 şi 3 sînt zero, acestea fiind cuprinse în planul xOy·

Unghiul pe care-l face versorul normal $\vec{n}$ cu axa Oz este ν, iar unghiul dintre proiecţia acestuia în planul xOy şi axa Oy este β·

Pentru determinarea versorului normal $\vec{n}$, se iau în consideraţie cele trei vectoare $\vec{r}_1$, $\vec{r}_2$ şi $\vec{r}_3$, dirijate din origine înspre punctele 1,2 şi 3, cuprinse în planul normal· Dacă acestor vectoare li se adună vectoarele $\vec{k}h_1$, $\vec{k}h_2$ şi $\vec{k}h_3$, paralele cu axul găurii de sondă, se obţin vectoarele $\vec{r}_1 + \vec{k}h_1$, $\vec{r}_2 + \vec{k}h_2$ şi $\vec{r}_3 + \vec{k}h_3$, cuprinse în planul stratului· Produsele scalare dintre acestea şi versorul $\vec{n}$, care este normal pe planul stratului, sînt egale cu zero· Punînd această condiţie (anexa A· III) şi cunoscîndu-se mărimile $\vec{r}_1$, $\vec{r}_2$, $\vec{r}_3$, h_1, h_2 şi h_3, se pot determina componentele lui $\vec{n}$.

Din figura 7 se pot determina componentele vectoarelor $\vec{r}_1$, $\vec{r}_2$ şi $\vec{r}_3$ faţă de sistemul de coordonate definit (A·I), astfel încît se poate întocmi un tablou de vectoare şi de componente (A·II); calculîndu-se produsele scalare din condiţia (A·III) se obţine un sistem de ecuaţii din care se deduc componentele n_x, n_y şi n_z ale versorului $\vec{n}$ (A : 1, 2, 3)· În aceste relaţii, precum şi în relaţiile intermediare (A· 4, 5, 6), a este modulul vectoarelor $\vec{r}_1$, $\vec{r}_2$ şi $\vec{r}_3$ şi reprezintă raza găurii de sondă, respectiv jumătate din indicaţia curbei de cavernometrie; h_1, h_2 şi h_3 sînt chiar adîncimile efective ale punctelor de corelare citite pe cele trei curbe microfocalizate, în sensul negativ al axei Oz (originea de la care se măsoară acestea nu interesează, întrucît în formulele (A·5 şi 6) intervin numai diferenţele de adîncime — pozitivă, d_p, şi negativă, d_m)·

În felul acesta este realizat obiectivul propus pentru prima etapă·

În cea de-a doua etapă, în care urmează a se raporta vectorul unitar $\vec{n}$ la sistemul de coordonate terestre, va fi necesară efectuarea a trei variaţii ale axelor de coordonate, realizate prin trei rotaţii ale sistemului (fig· 8), şi anume:

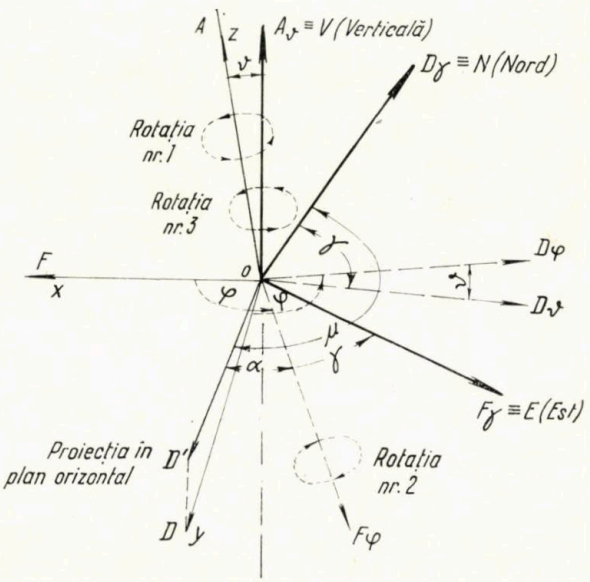


Fig. 8. Transformarea sistemului de coordonate al găurii de sondă în sistemul de coordonate terestre.

1· Prima rotaţie se efectuează în jurul axei Oz, astfel încît vechea axă Oy (axa D), care trece prin electrodul *1*, să ajungă în planul de înclinare al găurii de sondă determinat de axul sondei, respectiv Oz, şi de verticala locului, indicată practic de pendulul sistemului de înclinare· Rotaţia se face în sens trigonometric, chiar cu unghiul de orientare relativă φ, determinat de sistemul de înclinare, şi reprezentînd unghiul în sens invers trigonometric dintre planul de înclinare al sondei şi poziţia electrodului *1*· În urma acestei rotaţii, vechea axă Ox (axa F) a ajuns să coincidă cu dreapta de intersecţie dintre planul orizontal geografic şi

planul normal pe axul găurii se sondă, amîndouă trecînd prin originea sistemului de coordonate.

2· Urmează rotaţia sistemului de coordonate cu unghiul v, unghiul de înclinare în jurul axei Ox, în aşa fel, încît vechea axă Oz (axa A) să coincidă cu verticala locului, iar axa Oy să ajungă în planul orizontal·

3· În sfîrşit, ultima rotaţie în jurul axei verticale aduce axa Oy peste direcţia NORD· Rotaţia se face cu unghiul γ, care reprezintă

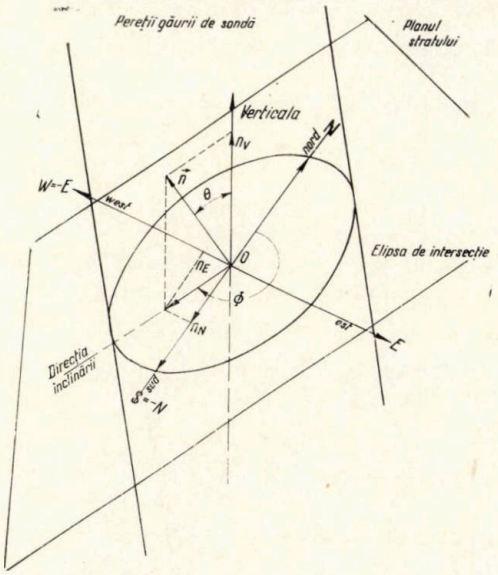


Fig. 9. Raportarea vectorului unitar normal la sistemul de coordonate terestre şi determinarea elementelor de înclinare a stratului.

diferenţa dintre unghiul μ — azimutul patinei 1 (poziţia iniţială a axei Oy sau D) faţă de NORD, în sens trigonometric măsurat de sistemul de orientare — şi unghiul α — unghiul pe care-l face proiecţia în plan orizontal a axei D (Oy iniţială) cu actuala poziţie a axei Oy, după efectuarea primelor două rotaţii· Unghiul α poate fi determinat conform figurii 10 (A 7,

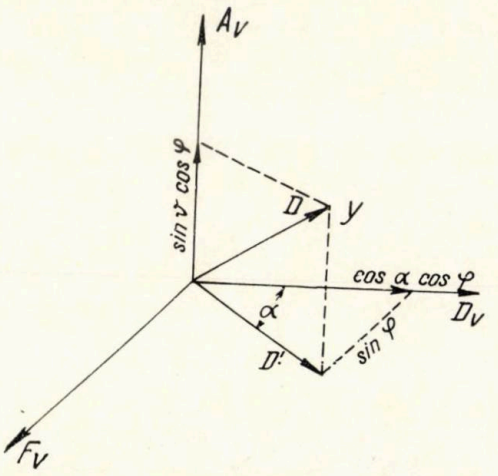


Fig. 10. Determinarea unghiului α (raportat la cadranul I al sistemului de coordonate).

8, 9) şi, cunoscîndu-se unghiul μ, se determină unghiul de rotaţie γ (A· 10)·

În urma acestor rotaţii se calculează componentele versorului $\vec{n}$, în funcţie de noile sisteme de coordonate. În (A·IV, V, VI) sînt date componentele după prima rotaţie, în (A· VII, VIII, IX, X, XI) după a doua rotaţie, iar în (A· XII, XIV· XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, 11, 12) cele după ultima rotaţie; n_v, n_N şi n_E sînt componentele versorului normal la planul stratului raportate la sistemul de coordonate geografice, V—verticală, N—Nord şi E—Est (fig· 9)·

Cunoscînd aceste componente se pot determina uşor unghiul de înclinare al stratului θ şi direcţia azimutală de orientare a înclinării Φ (A·14, 15, 16) (fig. 11)·

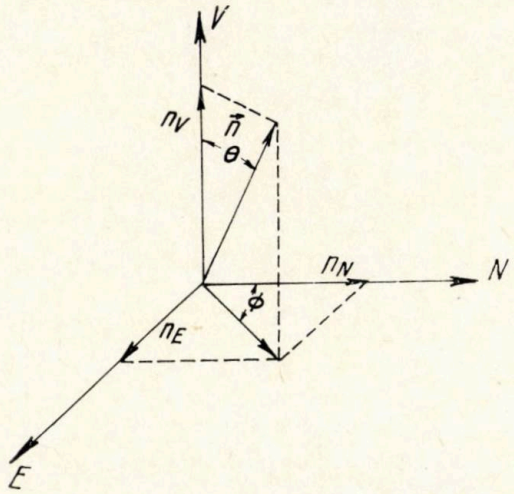


Fig. 11. Determinarea unghiurilor θ şi Φ (raportate la cadranul I al sistemului de coordonate).

Recapitulînd, *algoritmul de calcul* al subprogramului matematic de determinare a elementelor de înclinare ale stratului este următorul:

— fiind cunoscute:

h_1, h_2, h_3 — adîncimile corelate;

$a = d/2$ — jumătate din indicaţia cavernometriei;

φ — unghiul de orientare relativă;

v — unghiul de înclinare;

μ — unghiul de azimut al patinei 1,

— se calculează:

1) d_p, d_m, $\mathrm{tg}^2\nu$, n_z, n_y, n_x, folosind formulele (A·5, 6, 4, 1, 2, 3);

2) α şi γ, folosind formulele (A·7) cu condiţiile (A· 8,9) şi formulele (A·10);

3) a_{11}, a_{12}, ..., a_{33} cu formulele (A· 11);

4) n_V, n_E, n_N şi n cu formulele (A·12);

5) θ — înclinarea stratului şi Φ azimutul înclinării, cu formulele (A·14, 15, 16, 17)·

```
                    DISK OPERATING SYSTEM/360 FORTRAN   360N-FO-451 32
C *BABSKOW A. * NITA C. *
C      SUBPROGRAM PENTRU CALCULUL INCLINARII SI DIRECTIEI DE INCLINARE
C      A STRATULUI
       INTEGER COD,H1,H2,H3,INCL,AZIM,RB,CAV,DMIN,DMAX,DMININ,DMAXIN,
      1INCLO,PO,AZIMO,RBO,DP,DM,ITETAG,ITETAM,IFIGRD,IFIMIN,SONDA,
      2DATAZI,DATALU,DATAN,IDATAZ,IDATAL,IDATAA,ADINC,DIAMSA,VISC,SALIN,
      3NPCT,CODO,PAG,DMM,MAXINC,INCLG,INCLM,IAZIMG,IAZIMM
       REAL D,A,VGRD,MIUGRD,PHIGRD,TGPATR,TG1,RADTG1,NZ,NY,NX,CONST,
      4PHIRAD,MIURAD,VRAD,PHISIN,PHICOS,VCOS,ALFA,ALFAIG,GAMA,VSIN,GAMSIN
      5,GAMCOS,NV,NN,NE,NPATR,ER,ERPROC,NMINPT,TETAIG,TETARD,TETAGR,TETAM
      6,FIGRD,FIMIN,FITG,FIRAD,DENS,H1M,VMIN,UAZIMG,UAZIMM
  110 READ(1,100)CODO,SONDA,DATAZI,DATALU,DATAAN,IDATAZ,IDATAL,IDATAA,
      1ADINC,DIAMSA,DENS,VISC,SALIN,DMIN,DMAX,DMININ,DMAXIN,INCLO,PO,
      2AZIMO,RBO,MAXINC
  100 FORMAT(I2,1X,I4,1X,2(2I2,I4,1X),I4,1X,I3,1X,F3.2,1X,I3,1X,I4,1X,
      32(I3,1X),I1,1X,I2,1X,4(I3,1X),I3)
       IF(CODO-20)101,102,101
C      EROARE CARTELA DE DATE GENERALE GRESITA
  101 PAUSE 00001
       GO TO 110
  102 PAG=1
       NPCT=0
  103 WRITE(3,120)DATAZI,DATALU,DATAAN,IDATAZ,IDATAL,IDATAA,PAG
  120 FORMAT('1',T20,'MINISTERUL PETROLULUI',T80,'DATA OPERATIEI',1X,
      12(I2,1X),I4//T26,'D.G.F.E.I.',T80,'DATA INTERPRETARII',1X,2(I2,1X)
      2,I4//T13,'INTREPRINDEREA CAROTAJ SI PERFORARE',T80,'PAGINA',1X,
      3I2//T27,'PLOIESTI'//T42,'INTERPRETAREA PANDAJMETRIEI CONTINUE'//
      4T42,36('='))
C      URMATOARELE DOUA CARTELE SE INTRODUC LA FIECARE OPERATIE
       WRITE(3,121)SONDA
  121 FORMAT('0',T10,'SONDA',1X,I4,1X,'BOLDESTI'//T10,'OPERATOR  I.
      1IRIMIA',T35,'PROGRAMATOR  ING.A.BABSKOW SI ING.C.NITA',T80,
      3'INTERPRETATOR  ING.I.SAVU')
       WRITE(3,122)ADINC,DIAMSA,DENS,VISC,SALIN
  122 FORMAT('0',T10,'ADINCIME',1X,I4,1X,'M.   DIAM.SAPA ',I3,' MM.
      1NOROI = DENSIT ',F4.2,' KG/DMC.  VISC ',I3,' S.  SALIN. ',I4,
      2' KG/V.'//T10,101('=')/T10,'I',T17,'I',T28,'I',T36,'I',T50,'I',
      3T64,'I',T78,'I',T92,'I',T110,'I'/T10,'I',2X,'NR.',T17,'I',1X,
      4'ADINCIME',T28,'I',1X,'DIAM.',T36,'I',2X,'INCLINARE',T50,'I',4X,
      5'AZIMUT',T64,'I',1X,'INCL.STRAT',T78,'I',3X,'DIRECTIE',T92,'I',
      61X,'EROARE POSIBILA',T110,'I'/T10,'I',T17,'I',T28,'I',T36,57('-'),
      7T110,'I'/T10,'I',2X,'PCT.',T17,'I',4X,'M.',T28,'I',2X,'MM.',T36,'I',
      84(' GRADE I MIN ('),4X,'PROCENTE',T110,'I'/T10,'I',T17,'I',T28,
      9'I',T36,'I',4(7X,'I',5X,'I'),T110,'I'/T10,101('=')/T10,'I',T17,
      A'I',T28,'I',T36,'I',T50,'I',T64,'I',T78,'I',T92,'I',T110,'I')
   11 READ(1,1)COD,H1,H2,H3,INCL,AZIM,RB,CAV
    1 FORMAT(I2,3(1X,I6),4(1X,I3))
       IF(COD-10)3,2,3
    3 IF(COD)5,500,5
C      CARTELA STRAINA(SE VA SCOATE CARTELA SI CONTINUA PROGRAMUL)
    5 PAUSE 00002
       GO TO 11
    2 NPCT=NPCT+1
       D=2.54*(DMIN-CAV)*(DMAXIN-DMININ)/(DMIN-DMAX)+2.54*5.
       A=D/2.
       VGRD=1.*MAXINC*(INCL-INCLO)/(PO-INCLO)
       MIUGRD=360.*(AZIM-AZIMO)/(PO-AZIMO)
       PHIGRD=360.*(RB-RBO)/(PO-RBO)
       DP=(H3-H1)+(H2-H1)
       DM=(H3-H1)-(H2-H1)
       TGPATR=(DP**2+3.*DM**2)/(9.*A**2)
       TG1=1.+TGPATR
       RADTG1=SQRT(TG1)
       NZ=1./RADTG1
       NY=-DP/(3.*A*RADTG1)
       NX=-DM/(3.**.5*A*RADTG1)
       CONST=180./3.141593
       PHIRAD=PHIGRD/CONST
       MIURAD=MIUGRD/CONST
       PHISIN=SIN(PHIRAD)
       PHICOS=COS(PHIRAD)
       VRAD=VGRD/CONST
       VCOS=COS(VRAD)
       IF(PHICOS)21,20,30
   20 IF(PHISIN)22,28,23
   22 ALFA=1.5*3.141593
       GO TO 27
   23 ALFA=.5*3.141593
       GO TO 27
C      EROARE DE MASINA   NU ESTE POSIBIL CA SIN SI COS SA FIE SIMULTAN
C      EGALE CU ZERO
   28 STOP 00001
```

Fig. 12. Pagină din codificarea programului în FORTRAN.

III. Rezultate experimentale

Programul de interpretare automată a pandajmetriei continue, descris în prezentul articol, a fost testat la un calculator numeric de tip IBM/360, model 40·

Codificarea programului pentru introducerea în calculator s-a făcut în limbajul evoluat de programare FORTRAN·

În figura 12, este prezentată o parte din program, listată de calculator, iar în figura 13, o pagină din tabelul de rezultate obținut·

Cuantificarea sau digitalizarea curbelor s-a făcut manual, cu un pas de cuantificare de 1 mm pe diagramă, respectiv 2 cm de teren, la scara 1 :20·

Pentru folosirea pe scară industrială a sistemului este necesar un dispozitiv de digitalizare semiautomat sau automat [1,3], prevăzut cu un convertor analog-numeric, capabil să furnizeze la ieșire datele pe cartele perforate, pe benzi de hîrtie perforată sau chiar în benzi magnetice, care pot fi introduse direct la calculator·

Rezultatele obținute coincid cu cele obținute prin metode grafice și analitice, avantajul prelucrării automate fiind materializat în timp extrem de redus, de ordinul zecilor de minute,

MINISTERUL PETROLULUI — DATA OPERATIEI 20 7 1969
D.G.F.E.T. — DATA INTERPRETARII 22 7 1969
INTREPRINDEREA CAROTAJ SI PERFORARE — PAGINA 1
PLOIESTI

INTERPRETAREA PANDAJMETRIEI CONTINUE

SONDA 1
OPERATOR I. IRIMIA PROGRAMATOR ING.A.BABSKOW SI ING.C.NITA INTERPRETATOR ING.I.SAVU
ADINCIME 3420 M. DIAM.SAPA 212 MM. NOROI = DENSIT 1.86 KG/DMC. VISC 60 S. SALIN. 1500 KG/V.

NR. PCT.	ADINCIME M.	DIAM. MM.	INCLINARE GRADE	INCLINARE MIN	AZIMUT GRADE	AZIMUT MIN	INCL.STRAT GRADE	INCL.STRAT MIN	DIRECTIE GRADE	DIRECTIE MIN	EROARE POSIBILA PROCENTE
1	1836.50	222	1	15	246	18	28	0	157	28	0.0
2	1950.00	222	1	34	208	25	23	34	192	46	0.00
3	1952.80	222	1	34	214	44	17	3	186	42	0.0
4	1954.20	222	1	34	214	44	6	45	342	8	0.0
5	1958.70	222	1	25	208	25	27	27	190	4	0.00
6	1970.00	222	1	44	221	3	10	58	172	42	0.0
7	1971.90	222	1	34	221	3	24	58	178	13	0.0
8	1974.70	222	1	34	221	3	19	9	163	41	0.0
9	1984.20	222	1	44	240	0	28	21	252	13	0.00
10	1984.90	222	2	3	240	0	34	23	251	44	0.0
11	1988.90	222	2	3	240	0	18	1	229	29	0.0
12	1989.80	222	2	3	240	0	30	44	198	20	0.0
13	1997.00	222	1	44	252	37	22	25	172	27	0.0
14	2003.30	222	1	44	252	37	35	26	310	0	0.0
15	2006.50	222	1	44	258	56	34	23	219	31	0.0
16	2097.30	218	2	31	284	12	34	36	195	35	0.0
17	2100.00	222	2	22	271	34	36	4	187	44	0.0
18	2102.20	222	2	3	271	34	33	54	222	5	0.0
19	2104.90	218	2	3	265	15	27	56	213	14	0.0
20	1893.40	222	0	18	189	28	46	15	225	36	0.0
21	1897.60	222	0	18	214	44	28	29	213	18	0.0
22	1900.00	222	0	37	202	6	33	10	227	14	0.0
23	1902.90	222	0	18	246	18	25	23	170	2	0.0
24	1905.00	222	0	18	233	41	14	35	154	51	0.0
25	1910.40	222	0	37	214	44	32	2	160	4	0.0
26	1912.50	222	0	37	221	3	26	35	191	31	0.0
27	1915.00	222	0	37	227	22	59	27	286	15	0.0
28	1891.60	222	0	18	195	47	9	1	286	21	0.0
29	3415.00	234	0	56	157	53	49	6	114	42	0.0
30	3328.00	194	6	56	101	3	54	22	233	9	0.0
31	3320.00	174	0	28	0	0	7	49	130	36	0.0
32	3200.10	293	3	0	157	53	40	48	309	42	0.0
33	3105.00	392	0	37	296	50	49	13	349	22	0.0
34	2500.00	234	0	37	0	0	44	14	55	47	0.0
35	2450.00	230	2	12	0	0	72	53	208	4	0.0
36	2425.15	226	3	47	0	0	44	8	48	15	0.0
37	3412.20	234	0	0	157	53	0	0	0	0	0.0
38	1836.50	222	1	15	246	18	28	0	157	28	0.0
39	1950.00	222	1	34	208	25	23	34	192	46	0.00
40	1952.80	222	1	34	214	44	17	3	186	42	0.0
41	1954.20	222	1	34	214	44	6	45	342	8	0.0
42	1958.70	222	1	25	208	25	27	27	190	4	0.00
43	1970.00	222	1	44	221	3	10	58	172	42	0.0
44	1971.90	222	1	34	221	3	24	58	178	13	0.0
45	1974.70	222	1	34	221	3	19	9	163	41	0.0
46	1984.20	222	1	44	240	0	28	21	252	13	0.00
47	1984.90	222	2	3	240	0	34	23	251	44	0.0
48	1988.90	222	2	3	240	0	18	1	229	29	0.0
49	1989.80	222	2	3	240	0	30	44	198	20	0.0
50	1997.00	222	1	44	252	37	22	25	172	27	0.0

Fig. 13. Pagină din tabela de rezultate.

față de cele cîteva zile necesare prelucrării prin calcule cu mîna.

Bineînțeles, programul exemplificat se pretează la îmbunătățiri ulterioare, în scopul creșterii preciziei de determinare pentru anumite condiții concrete de înregistrare a curbelor.

Una dintre condițiile de creștere a preciziei o constituie însă îmbunătățirea calitativă permanentă a înregistrărilor primare, folosite în prelucrare automată a datelor cu ajutorul calculatoarelor.

În încheiere, autorii țin să mulțumească conducerii și cadrelor didactice de la Centrul de perfecționare a pregătirii cadrelor de conducere din întreprinderi — CEPECA — pentru prețiosul concurs acordat.

ANEXĂ

1. Componentele vectorului unitar (versorului) $\vec{n}$, în funcție de unghiurile ν și β.

$$\begin{aligned} n_z &= \cos \nu ; \\ n_y &= \sin \nu \cos \beta ; \\ n_x &= \sin \nu \sin \beta . \end{aligned} \qquad \text{(A.I)}$$

2. Tabloul de vectoare și componente;

VERSOARE $\vec{n}$		$\vec{kh}_1$	$\vec{kh}_2$	$\vec{kh}_3$	$\vec{r}_1$	$\vec{r}_2$	$\vec{r}_3$	AXE
$\vec{k}$	$\cos \nu$	h_1	h_2	h_3	0	0	0	Oz
$\vec{j}$	$\sin \nu \cos \beta$	0	0	0	a	$-\frac{1}{2}a$	$-\frac{1}{2}a$	Oy
$\vec{i}$	$\sin \nu \sin \beta$	0	0	0	0	$-\frac{3}{2}a$	$-\frac{3}{2}a$	Ox

(A.II)

3. Condiția de ortogonalitate între $\vec{n}$ și planul stratului:

$$\begin{aligned} \vec{n} \cdot (\vec{r}_1 + \vec{kh}_1) &= 0 \\ \vec{n} \cdot (\vec{r}_2 + \vec{kh}_2) &= 0 \\ \vec{n} \cdot (\vec{r}_3 + \vec{kh}_3) &= 0 \end{aligned} \qquad \text{(A.III)}$$

4. Componentele lui $\vec{n}$ în funcție de elementele cunoscute;

$$n_z = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \nu}} \qquad \text{(A.1)}$$

$$n_y = -\frac{d_p}{3\,a\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \nu}} \qquad \text{(A.2)}$$

$$n_x = -\frac{d_m}{\sqrt{3}\,a\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \nu}} \qquad \text{(A.3)}$$

în care:

$$\operatorname{tg}^2 \nu = \frac{d_p^2 + 3\,d_m^2}{9\,a^2} \qquad \text{(A.4)}$$

unde a este jumătate din indicația curbei de cavernometrie, iar:

$$d_p = (h_3 - h_1) + (h_2 - h_1), \qquad \text{(A.5)}$$

$$d_m = (h_3 - h_1) - (h_2 - h_1), \qquad \text{(A.6)}$$

unde h_1, h_2, h_3 sînt adîncimile efective de corelare citite pe diagramă.

5. Componentele versorului $\vec{n}$, în urma rotației sistemului de coordonate în jurul lui Oz, cu unghiul φ:

$$\begin{aligned} n_{z\varphi} &= n_z \\ n_{y\varphi} &= n_y \cos \varphi - n_x \sin \varphi \\ n_{x\varphi} &= n_y \sin \varphi + n_x \cos \varphi \end{aligned} \qquad \text{(A.IV)}$$

sau, exprimat matricial:

$$\begin{Vmatrix} n_{z\varphi} \\ n_{y\varphi} \\ n_{x\varphi} \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi \end{Vmatrix} \cdot \begin{Vmatrix} n_z \\ n_y \\ n_x \end{Vmatrix} \qquad \text{(A.V)}$$

respectiv:

$$\| N_\varphi \| = \| R_1 \| \cdot \| N \| \qquad \text{(A.VI)}$$

6. Componentele versorului $\vec{n}$, în urma rotației sistemului de coordonate în jurul lui Ox cu unghiul v:

$$\begin{aligned} n_{zv} &= n_{z\varphi} \cos v + n_{y\varphi} \sin v \\ n_{yv} &= n_{z\varphi} \sin v + n_{y\varphi} \cos v \\ n_{xv} &= n_{x\varphi} \end{aligned} \qquad \text{(A.VII)}$$

sau, exprimat matricial:

$$\begin{Vmatrix} n_{zv} \\ n_{yv} \\ n_{zv} \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} \cos v & \sin v & 0 \\ -\sin v & \cos v & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{Vmatrix} \cdot \begin{Vmatrix} n_{z\varphi} \\ n_{y\varphi} \\ n_{x\varphi} \end{Vmatrix} \qquad \text{(A.VIII)}$$

respectiv:

$$\| N_v \| = \| R_2 \| \cdot \| N_\varphi \| \qquad \text{(A.IX)}$$

sau, înlocuind (A.VI):

$$\| N_v \| = \| R_2 \| \cdot \| R_1 \| \cdot \| N \| \qquad \text{(A.X)}$$

Produsul matricelor R_1 și R_2 este:

$$\| R_2 \| \cdot \| R_1 \| = \begin{Vmatrix} \cos v & \sin v \cos \varphi & -\sin v \sin \varphi \\ -\sin v & \cos v \sin \varphi & -\cos v \sin \varphi \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi \end{Vmatrix} \qquad \text{(A.XI)}$$

7. Determinarea unghiului α

Proiecția axei D în plan orizontal (matricial):

$$\| R_2 \| \cdot \| R_1 \| \cdot \begin{Vmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} \sin v & \cos \varphi \\ \cos v & \sin \varphi \\ & \sin \varphi \end{Vmatrix} \qquad \text{(A.XII)}$$

Valoarea unghiului α:

$$\alpha = \operatorname{arc\,tg} \left(\frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} \cdot \frac{1}{\cos v} \right) \qquad \text{(A.7)}$$

dacă:

$$\begin{aligned} &\cos \varphi = 0 \quad \text{și} \quad \sin \varphi > 0 \quad \alpha = 90^\circ \\ &\cos \varphi = 0 \quad \text{și} \quad \sin \varphi < 0 \quad \alpha = 270^\circ. \end{aligned} \qquad \text{(A.8)}$$

Întrucît la calculatorul electronic se obține:

$$\begin{aligned} &\text{pentru } \operatorname{tg} \varphi \geqslant 0 \qquad 0 \leqslant \alpha < 90^\circ, \\ &\text{iar pentru } \operatorname{tg} \varphi < 0 \qquad 90^\circ < \alpha \leqslant 180^\circ, \end{aligned} \qquad \text{(A.8 bis)}$$

atunci:

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha, \text{ dacă } \quad \sin \varphi > 0, \\ \alpha &= \alpha + 180^\circ, \text{ dacă } \quad \sin \varphi < 0. \end{aligned} \qquad \text{(A.9)}$$

8. Determinarea unghiului γ:

$$\gamma = \mu - \alpha, \text{ dacă } \gamma \geqslant 0:$$

$$\gamma = 360^\circ + \mu - \alpha, \text{ dacă } \gamma \vee 0. \qquad \text{(A.10)}$$

9. Componentele versorului $\vec{n}$, în urma rotației sistemului de coordonate cu unghiul γ în jurul axei Oz;

$$\begin{aligned} n_V &= n_{zv} \\ n_N &= n_{yv} \cos\gamma - n_{xv} \sin\gamma \\ n_E &= n_{yv} \sin\gamma - n_{xv} \cos\gamma \end{aligned} \qquad \text{(A.XIV)}$$

sau, exprimat matricial:

$$\left\| \begin{matrix} n_V \\ n_N \\ n_E \end{matrix} \right\| = \left\| \begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\gamma & -\sin\gamma \\ 0 & \sin\gamma & \cos\gamma \end{matrix} \right\| \cdot \left\| \begin{matrix} n_{zv} \\ n_{yv} \\ n_{xv} \end{matrix} \right\| \qquad \text{(A.XV)}$$

respectiv:

$$\| N_G \| = \| R_3 \| \cdot \| N_v \| \qquad \text{(A.XVI)}$$

Înlocuind (A.X), se obține:

$$\| N_G \| = \| R_3 \| \cdot \| R_2 \| \cdot \| R_1 \| \cdot \| N \| = \| R \| \cdot \| N \|, \qquad \text{(A.XVII)}$$

unde:

$$\| R \| = \| R_3 \| \cdot \| R_2 \| \cdot \| R_1 \| \qquad \text{(A.XVIII)}$$

$\| R \|$ este o matrice de forma:

$$\| R \| = \left\| \begin{matrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{matrix} \right\| \qquad \text{(A.XIX)}$$

Efectuînd calculele se obțin elementele matricei $\| R \|$:

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos\upsilon \\ a_{12} &= \sin\upsilon \cdot \cos\varphi \\ a_{13} &= -\sin\upsilon \cdot \sin\varphi \\ a_{21} &= -\sin\upsilon \cdot \cos\gamma \\ a_{22} &= \cos\gamma \cdot \cos\upsilon \cdot \cos\varphi - \sin\gamma \cdot \sin\varphi \\ a_{23} &= -\cos\gamma \cdot \cos\upsilon \cdot \sin\varphi - \sin\gamma \cdot \cos\varphi \\ a_{31} &= -\sin\upsilon \cdot \sin\gamma \\ a_{32} &= \sin\gamma \cdot \cos\upsilon \cdot \cos\varphi + \cos\gamma \cdot \sin\varphi \\ a_{33} &= -\sin\gamma \cdot \cos\upsilon \cdot \sin\varphi + \cos\gamma \cdot \cos\varphi \end{aligned} \qquad \text{(A.11)}$$

Componentele lui $\vec{n}$:

$$\begin{aligned} n_V &= a_{11} n_z + a_{12} n_y + a_{13} n_x \\ n_N &= a_{21} n_z + a_{22} n_y + a_{23} n_x \\ n_E &= a_{31} n_z + a_{32} n_V + a_{33} n_x \end{aligned} \qquad \text{(A.12)}$$

Valoarea absolută a lui $\vec{n}$ (care trebuie să fie egală cu 1):

$$n = \sqrt{n_V^2 + n_N^2 + n_E^2}$$

Abaterea față de 1 (eroarea absolută de determinare):

$$e = n - 1.$$

10. Determinarea unghiului de înclinare a stratului
Condiția de limită:

$$\theta \leqslant 90^\circ;$$

dacă $\theta > 90^\circ$ — eroare de determinare;

$$\theta = \text{arc tg} \frac{\sqrt{n^2 - n_V^2}}{n_V} \qquad \text{(A.14)}$$

Dacă $n_N = 0$

$$\begin{aligned} &\text{pentru } n_E > 0, \quad \theta = 90^\circ; \\ &\text{pentru } n_E < 0, \quad \theta = 270^\circ. \end{aligned} \qquad \text{(A.15)}$$

11. Determinarea azimutului înclinării stratului:

$$\Phi = \text{arctg} \frac{n_E}{n_N}. \qquad \text{(A.16)}$$

$$\begin{aligned} &\text{Dacă } n_E \geqslant 0, \quad \Phi = \Phi. \\ &\text{Dacă } n_E < 0, \quad \Phi = \Phi + 180^\circ, \end{aligned} \qquad \text{(A.17)}$$

cu aceleași condiții ca la (A.8 bis).

BIBLIOGRAFIE

1. Babskow, A l. În: Petrol și Gaze, nr. 12, 1969, p 880.
2. Dahnov, V. N. În: Promîslovaia geofizika. Gostehizdat, Moscova, 1959.
3. Forgotson și James, M. În: Oil Gas J., **61**, nr. 11, mart. 1963.
4. Kulinkovici, A. E. Principiile de bază ale prelucrării curbelor de carotaj cu ajutorul mașinilor electronice de calculat numeric. În: Avtomaticeskaia ob rabotka i preobrazovanie geofiziceskoi informații. Nedra, Moscova, 1965.
5. Kulinkovici, A. E. și colab. În: Prikladnaia geofizika, nr. 39, Nedra. Moscova, 1964.
6. * * * Interpretation Handbook, PGAC, Houston, 1967.
7. * * * Manualul Inginerului, **I.**, cap. Analiza funcțională. Ed. tehnică, București, 1966.
8. Moran, H. și colab. Automatic Computation of Dipmeter Logs Digitally Recorded on Magnetic Tapes. În: Petroleum Transactions, 1962.
9. Yule, E. U. și Kendall, M. C. Introducere în teoria statisticii. Ed. științifică, București, 1969.

Situaţia actuală a forajului de adîncime

M. Constantinescu

În prezent, cea mai mare adîncime atinsă de sapă rămîne 7 723,6 m, la sonda 1EE University-Pecos, Texas — S.U.A., record stabilit în 1958. Motivele nedepăşirii acestei adîncimi sînt de ordin financiar, căci posibilităţile tehnice ar permite să se sape pînă la aproximativ 15 000 m.

Cele mai multe sonde adînci şi despre care se publică date se sapă în S.U.A. În anul 1968, s-au săpat 406 sonde mai adînci de 15 000 ft (4 572 m). Dintre acestea, cele mai multe s-au oprit pînă la adîncimea de 21 000 ft (6 400 m) şi numai 15 au mers mai jos.

Cu toate că aceste sonde costă foarte mult, ele se sapă, căci raţia de succes este mare : 24,7 %, la explorare, şi 60,9 %, la sonde de dezvoltare, iar pe total sonde 53 %.

În anul 1969, numărul de sonde adînci săpate a scăzut cu 9,2 %. Din acestea 18 au fost săpate pînă în intervalul 20 000—22 000 ft (6 096—7 010 m) şi numai două au trecut de 7 000 m. În statele Texas şi Louisiana s-au săpat 78 % din sondele adînci. Raţia de succes pentru găsirea de hidrocarburi mai jos de 15 000 ft a fost cu puţin mai mare — 53,8 %.

Cu toate că recordul de adîncime stabilit în 1958 nu a fost depăşit, recordul de adîncime de producţie, după o perioadă de stagnare (1956—1962) a crescut de la an la an, fiind în 1968 de 22 752 ft (6 934,8 m) la sonda I „DD" Unit, Şantierul Gomez — Pecos, West Texas — S.U.A. Cea mai mare parte a sondelor foarte adînci au produs gaze. Adîncimea record pentru producţia de ţiţei este de 6 605 m, la sonda 12 State Lease, din South Timbalier Bay, Louisiana — S.U.A.

Din alte părţi ale lumii se dau ştiri numai sporadic.

Astfel, s-a comunicat că în U.R.S.S., la una din sondele săpate la Aral Sor, în depresiunea precaspiană, s-a atins adîncimea de 6 643 m, în Franţa sonda 1 GER a fost săpată pînă la 6 550 m, în Germania de Vest a fost săpată sonda 1 Z Arsten pînă la 6 272 m, în Austria, sonda T 32 Schönkirchen pînă la 6 005 m, iar în Republica Socialistă România, sonda 922 Ghergheasa a fost oprită la 6 204 m.

Comportarea formaţiunilor

Forajul sondelor adînci intensifică problemele întîlnite la forajul sondelor normale şi duce la apariţia altor probleme. Aceasta a fost un imbold pentru studierea fenomenelor ce afectează forajul şi producerea sondelor. Printre problemele ce au început să fie studiate se numără şi comportarea rocilor în condiţii de adîncime.

Se ştie că temperatura creşte o dată cu adîncimea şi demult s-a admis că această creştere este liniară şi are un gradient de 3°C la 100 m. La o cercetare mai aprofundată s-a văzut însă că gradientul diferă după regiuni, după formaţiuni (este în genere mai mare în formaţiunile tinere) şi după vecinătatea unor roci, fiind crescut în apropierea masivelor de sare sau a rocilor ignee relativ tinere ; la aceeaşi sondă el poate varia la diferite adîncimi.

În interiorul scoarţei, rocile sînt supuse la eforturi, din cauza greutăţii sedimentelor aflate deasupra, în general, şi, localizat, din cauza depresiunilor generate de mişcările orogenetice. Apăsarea formaţiunilor depuse deasupra produce o presiune asupra formaţiunilor de sub ele, denumită presiune litostatică sau geostatică, chiar din momentul depunerii lor. Ea este cauza principală a compactizării formaţiunilor şi le face mai rezistente şi mai greu de forat. Fenomenul constă din eliminarea progresivă a fluidelor, în special a apei, din formaţiunile supuse acestei presiuni şi din preluarea eforturilor de către scheletul solid al rocii. Dacă pe vreo cale rămîne sau se creează, o legătură cu suprafaţa solului, fluidele din roci rămîn la o presiune egală cu presiunea unei coloane de apă puţin sărate şi gradientul de presiune este de 0,107 kgf/cm² pe metru de adîncime. Aceasta este considerată presiune normală.

Dacă dintr-un motiv oarecare fluidele nu pot fi expulzate, ele preiau o parte sau chiar aproape totalitatea presiuni litostatice şi sînt supuse unei presiuni anormale. Fenomenul se întîmplă, în genere, în bazine relativ închise, unde formaţiunile ce se depun deasupra sînt impermeabile, cum ar fi argilele, calcarele nefisurate sau sarea. Presiunea efectivă la care este supusă matriţa (scheletul) rocii este egală cu diferenţa dintre presiunea litostatică şi presiunea fluidelor din formaţiune. În consecinţă, formaţiunile cu presiune anormală sînt mai puţin compactizate şi se fisurează mai uşor, din cauza noroiului greu necesar controlării fluidelor din formaţiune. Cum la sondele adînci probabilitatea de a întîlni formaţiuni cu presiune anormală creşte, pericolul de fisurare a formaţiunilor şi deci de pierdere de circulaţie este mai mare. Dacă intervalul de gaură liberă din sondă este lung, formaţiunile mai superficiale, mai puţin consolidate, pot fi, de asemenea, fisurate de noroiul greu.

Presiunile anormale se întîlnesc mai des în formaţiunile mai tinere. Dacă acestea sînt aşezate discordant pe formaţiuni mai vechi, care de multe ori se află la presiuni de formaţiune, avînd un gradient de presiune mai mic, — de multe ori un gradient normal — se pot produce dificultăţi de foraj (pierderi de circulaţie urmate de manifestări) sau blocarea formaţiunilor productive.

Compactizarea formaţiunilor cu adîncimea face ca forabilitatea focilor să scadă şi în acelaşi timp să se atenueze diferenţa de forabilitate dintre cele mai multe roci. La adîncime mare, toate rocile se sapă dificil.

Săparea găurii de sondă în rocile care au ajuns la echilibru în perioade geologice introduce un element disturbator. Presiunea hidrostatică a noroiului de foraj este, în genere, mult mai mică decît presiunea litostatică efectivă care acţionează asupra formaţiunilor. Din această cauză, în sondele adînci, unele roci devin incompetente şi curg sub acţiunea eforturilor la care sînt supuse. Prima roca care îşi pierde competenţa este sarea, care începînd de la aproximativ 1000 m începe să se deformeze şi să curgă. Urmează în ordine crescătoare gipsul, argila, şisturile şi marnele argiloase. Este de remarcat, de asemenea, faptul că la sonde adînci se pot întîlni mai frecvent fluide agresive, ca unele ape de formaţiune, hidrogen sulfurat etc.

La sondele de gaze adînci şi deci de presiune mare chiar condensatul devine corosiv.

Sape

La sondele adînci este esenţial ca sapa să aibă o viteză de pătrundere cît mai mare şi o durată cît mai lungă. Aceasta nu numai că măreşte viteza de foraj, dar reduce deranjarea găurii produsă, în special, la extragerea sapei.

Îmbunătăţirea sapelor cu role şi cu diamante şi utilizarea pe scară din ce în ce mai mare a sapelor cu diamante — în special în partea inferioară a găurii — au dus la o scădere spectaculoasă a numărului de sape utilizate, în medie, pentru sonde mai adînci de 15 000 ft (4 572 m). Astfel, de unde în 1948 numărul mediu de sape era de 303 sape/sondă (16,1 m/sapă), în 1968 s-a ajuns la 65 sape/sondă (247,4 m/sapă). Acest rezultat a fost obţinut atît prin îmbunătăţirea sapelor, cît şi a utilizării lor.

La sapele cu role cu dinţi frezaţi s-a îmbunătăţit geometria dinţilor şi armarea lor, iar pentru unele formaţiuni, în loc de dinţi radiali, se întrebuinţează pe rîndurile din mijloc dinţi circonferenţiali. Pentru menţinerea diametrului, la sapele pentru formaţiuni abrazive se utilizează pastile de material dur, fixate pe spatele conurilor.

Sapele cu inserții de material dur, în loc de dinți frezați, au fost îmbunătățite în continuare și pe lîngă butonii cu cap semisferic sau conic se utilizează și butoni în formă de pană. Unele construcții prezintă o combinație între dinți și butoane. În modul acesta s-a extins domeniul de utilizare al sapelor cu inserții spre regiunea formațiunilor mai puțin dure, nemaifiind necesar să se extragă sapa cu butoane cînd s-a perforat intercalația dură.

Pentru a evita extragerea sapei din cauza uzurii lagărelor, s-a adoptat, la multe tipuri de sapă, ungerea.

O recentă perfecționare este înlocuirea rulmentului cu role cilindrice printr-un lagăr de frictiune segmentat. În vîrful conului, sapele uzuale, cu excepția celor de diametru foarte mare, au tot un lagăr de frictiune cu o bucșă din oțel dur, vîrful conului fiind încărcat cu material gen stelit; adesea extremitatea butonului se sprijină pe o inserție de material dur, fixată în fundul conului.

Pentru îmbunătățirea spălării tălpii, se utilizează, pentru cea mai mare parte a găurii, sape cu jet.

Numai sapele de diametru prea mic sau cele ce vor lucra la adîncime foarte mare nu sînt prevăzute cu duze; se caută să se împingă poziția duzelor cît mai aproape de talpă.

În Uniunea Sovietică au dat rezultate mai bune, în comparație cu sapele de serie, sapele cu o singură rolă.

Sapele cu diamante s-au diversificat ca forme constructive; s-a căutat extinderea lor spre domeniul formațiunilor mai moi, chiar și în domeniul rocilor marnoase. S-a ajuns astfel să se sape, economic, cu sape cu diamante toată partea inferioară a sondelor adînci. S-a constatat că pentru a obține rezultate optime, sapele cu diamante, mai mult decît sapele cu role, trebuie să fie perfect centrate și stabilizate în gaură. La fel carotierele.

Pentru centrare, se întrebuințează stabilizatoare care pe suprafețele active sînt dotate cu butoni din diamante mici, fixate într-o matriță din material dur.

Sapele cu diamante pot fi rotite la turații mari, 600—700 rot./min și sînt singurele sape care au dat bune rezultate la forajul cu turbine. Astfel, în Franța, la sonda I GER, s-au săpat cu turbina și cu sapă cu diamante 2 074 m, pînă la adîncimea de 5 452,5 m. Adîncimea totală a sondei a fost de 6 550 m.

Sînt încercări și cu un nou tip de motor de fund volumogen, Dynadrill.

Garnitura de foraj

Se utilizează garnituri de prăjini grele, pînă la 200 m lungime, stabilizate cu prăjini grele pătrate sau stabilizatoare. Este de remarcat faptul că de cele mai multe ori se preferă stabilizatoare simple, cu lame drepte sau elicoidale, armate pe suprafețele de lucru. În apropiere de sapă totuși, unii operatori utilizează stabilizatoare cu role.

Pentru a reduce ruperile de îmbinări, se caută să se adapteze îmbinarea cu diametrul prăjinii grele.

În încercări sînt și amortizoare de vibrații, pentru a nu transmite trepidația sapei la garnitură.

Prăjinile de foraj cu racorduri sudate și armate cu material dur pe porțiunea ce sapă în teren.

Pe lîngă gradele de oțel standardizate, se utilizează pentru prăjini oțeluri grad (P) (G) 105 (limită de curgere 73,5 kgf/mm²) și X-135 (limită de curgere 94,5 kgf/mm²).

Se recomandă ca în componența unei garnituri de foraj la adîncime mică să se utilizeze prăjinile din oțel de grad superior, iar în partea inferioară să se întrebuințeze prăjini din oțel cu rezistență mai mică, care rezistă mai bine la flexiune, la efect de crestătură, la oboseală etc.

Punctul de trecere de la o categorie la alta este considerat a fi în jurul a 54 kgf/mm².

La sondele de adîncime normală, rezistența racordurilor este considerată a fi mult mai mare decît cea a țevii de la prăjină. La sondele adînci însă, unde îmbinările trebuie strînse cu un moment mai mare, pentru a împiedica îndepărtarea umerilor și pierderea etanșeității, eforturile în racord devin foarte mari și ele trebuie să fie confecționate din oțel cu rezistențe mai ridicate. În genere, în prezent, se preferă oțelul crom-molibden.

Toate prăjinile de foraj sînt controlate prin metode nedestructive (sonice, magnetice) la sondă. Se urmărește, de asemenea, determinarea grosimii de perete rămasă.

În privința dimensiunilor de prăjini utilizate, se remarcă tendința de a înlocui două dimensiuni de prăjini 5.1/2 in și 4.1/2 in, cu 5 in, cu racorduri 4.1/2 IF sudate. Cu această dimensiune se poate săpa atît pentru coloanele 13.3/8 in și 9.5/8 in, cît și în interiorul coloanei de 9.5/8 in.

Fluidele de foraj

După o perioadă de compoziții complicate de noroaie se revine, în general, la fluide cît mai simple. De cîte ori este posibil, se utilizează apă simplă sau apă sărată, cum este cazul la seria de sonde din Pecos, Texas, grupul de sonde cel mai adînc din lume. Ideal ar fi ca apa sărată utilizată să aibă aceeași compoziție ca apa din formațiuni, dar întrucît compoziția acesteia din urmă variază, acest deziderat este, practic, imposibil de realizat. Totuși se poate face oarecare apropiere în compoziție.

Se caută ca noroaiele să aibă un conținut cît mai mic de solide. Pentru aceasta se utilizează polimeri organici ca CMC-ul, acetatul de vinil în combinație cu anhidrida maleică, poliacrilați asociați cu cantități mici de CMC și noroiul este curățat de materialele solide mai mari de 7μ cu ajutorul sitelor duble, al centrifugelor și al hidrocicloanelor de diferite dimensiuni. Cea mai adîncă sondă din lume, 1EE University din Pecos — Texas, a fost săpată pe baza unui noroi simplu cu CMC.

Tratamentul chimic, în cazul marnelor instabile, se face cu ferocromlignosulfonat sau cu cromlignosulfonat (Q — Broxin, Uni-Cal).

Se caută să nu se depășească mult *p*H-ul de 9, întrucît s-a dovedit că oxidrilul (—OH) are un efect nefavorabil asupra marnelor, în special asupra celor foioase, care nu se umflă, ci se dezagregă. Nu se mai pune atît accent pe reducerea filtrării sub 5 cm³/30 min API, întrucît o serie de experiențe au arătat că, dacă filtrarea statică scade sub această valoare, filtrarea dinamică crește.

Se caută să se sape cu greutatea specifică de noroi cît mai mică posibilă, lăsînd o marjă de siguranță de 35—40 kgf/cm² peste presiunea fluidelor din formație, pentru a avea o viteză de pătrundere cît mai bună.

În unele cazuri s-a lucrat cu presiunea hidrostatică a noroiului la echilibru cu presiunea fluidelor din formațiune. Așa s-a lucrat și în R.S.R. la sonda 4501 Band.

Cînd formațiunea are o permeabilitate foarte mică și / sau o cantitate mică de gaze se lucrează cu presiunea hidrostatică a noroiului mai mică decît presiunea de formațiune. Aceasta presupune un control foarte atent al sondei și posibilități de degazeificare a noroiului, căci debitul de gaze este continuu în timpul forajului, iar după schimbarea sapei, la introducerea la talpă, au loc manifestații. La control se utilizează o instalație compusă din trei prevenitoare cu bacuri și un prevenitor tip Hydril. Controlul debitului fluidelor la ieșire se face cu duze reglabile, acționate de la distanță, hidraulic sau pneumatic.

Eliminarea gazelor din noroi se face cu degazeificatoare cu vacuum, iar noroiul poate fi pompat înapoi la puț. La unele sonde, se utilizează și noroaie cu emulsie inversă, pentru anumite formațiuni.

S-a încercat și forajul cu gaze, dar sondele nu au putut fi terminate din cauza prinderii garniturii.

Metode de foraj. Regim

Metoda de foraj universal utilizată este metoda de foraj cu masa.

Măsurile cele mai importante ce se iau sînt:

— Se utilizează sape cu role de cea mai bună calitate, cu viteză de penetrație și cu durata pe talpă maximă. Se aplică apăsare mare cu reducerea turației. În porțiunile adînci, în special, există tendința de a se utiliza pe scară cît mai mare sapele cu diamante.

— Se utilizează noroiul cel mai ușor posibi, cu minimum de materiale solide și cu viscozitate cît mai mică.

— Se caută să se utilizeze hidraulica cea mai potrivită, care să permită spălarea cît mai bună a tălpii.

— Se urmăreşte atent mersul sapei şi la o schimbare anormală de viteză de avansare — în special la o mărire a acesteia — se controlează dacă sonda nu începe să debiteze.

— Ori de cîte ori este posibil, se lucrează cu presiune hidrostatică de noroi mai mică decît presiunea de formaţiune. Aceasta se poate face numai în regiuni ce au devenit cunoscute.

— Se caută ca intervalul de timp dintre două tubaje să fie cît mai scurt, căci s-a dovedit că, cu cît îmbătrîneşte gaura, probabilitatea de accidente se măreşte.

— Pe baza cunoştinţelor obţinute anterior asupra formaţiunilor şi cu ajutorul constructorilor de sape, se determină, prin utilizarea computerilor (calculatoarelor electronice tipul de sapă, intervalul şi metrajul pe care va săpa fiecare sapă, precum şi regimul optim de foraj ce va fi aplicat.

Cercetarea formaţiunilor

Probele de teren se iau cu ajutorul carotierelor cu diamante — de multe ori — stabilizate. La adîncime mare, nu se fac, decît excepţional, probe cu probatorul de strat, din cauza pericolului de prindere. Cunoaşterea formaţiunilor se bazează pe diagrafiila care se utlizează diferite metode : electrice, magnetice, sonice, nucleare. Prin combinarea lor se obţin diagrafii sinergice, ce dau un plus de informaţii.

Consolidarea găurii

Pentru burlane, tendinţa este de a se utiliza oţeluri cu rezistenţe cît de mari, în special oţelul P-110 (77 kgf/mm² limita de curgere), pentru a se reduce grosimea de perete şi a se realiza coloane mai uşoare. A intrat în practica curentă şi oţelul V-150 (105 kgf/mm² limită de curgere), dar nu a fost încă inclus în standardul API. Unele firme (Mannesman, Armco) oferă burlane din oţeluri de grade intermediare : SOO-95 (66,5 kgf/mm² limită de curgere) şi SOO-125 (87,5 kgf/mm² limită de curgere).

Pentru condiţii de fluide corosive, s-a introdus în standardul API oţelul C-75 (52,5 kgf/mm² limită de curgere).

Pe lîngă îmbinările cunoscute : filet rotund, Extreme Line, Buttress, Hydril a mai apărut încă un tip : Seal Lock. La filetul acestei îmbinări se utilizează pentru flancul purtător un unghi negativ nespecificat (se pare că este 10°), şi un unghi al flancului din spate de 45°. Numărul de paşi pe inci este de cinci, iar conicitatea este de 1,25/12. Etanşarea se face pe o suprafaţă conică aflată în fundul mufei.

Vîrful cepului este, de asemenea, conic cu aceeaşi conicitate ca şi conul de la fundul mufei, dar are pe el striaţii circulare, asemănătoare cu şanţurile de la o placă de gramofon. Cînd îmbinarea s-a strîns, muchiile şanţurilor se deformează elastic şi efectuează etanşarea. Îmbinarea nu poate fi suprastrînsă, căci vîrful cepului se opreşte pe un prag.

O firmă franceză (Vallourec) a introdus o etanşare la îmbinarea cu filet Buttress. Este formată dintr-o scurtă suprafaţă conică şi un prag, ambele aflate la fundul mufei.

Cea mai utilizată succesiune rămîne 20—13 3/8—9 5/8—7—41/2 in, după ea urmînd 16—10 3/4—7 5/8 in. Numai în Uniunea Sovietică se preferă să se meargă pe tubajul 18 3/4 — 12 3/4 (11 3/4) — 85/8 — 6 5/8 — 4 1/2 in.

Se caută să se reducă jocurile dintre coloană şi gaură. În acest scop în S.U.A. se utilizează mufe din oţel de rezistenţă superioară oţelului burlanului şi cu un diametru mai mic decît cel standard, iar în U.R.S.S. se întrebuinţează burlane de 65/8, sudate cap la cap.

O tendinţă generală este de a se utiliza din ce în ce mai mult coloana pierdută (lainere), care prezintă următoarele avantaje :

— introducere rapidă ;

— reducerea costului coloanei ;

— obţinerea unei hidraulici bune, căci în coloana anterioară, deasupra lainerului, se pot utiliza prăjini de foraj de diametru mai mare ;

— mărirea rezistenţei coloanelor în dreptul intercalaţiilor de sare.

Există, de asemenea tendinţa naturală de a se reduce numărul de coloane şi deci de a împinge un diametru de coloană cît mai jos. Sînt însă unele formaţiuni care trebuie închise imediat sau curînd după depăşirea lor, cum sînt : zonele de presiune anormale, de sare, de marne instabile. De asemenea, dacă se întîlnesc zone cu presiune de anormalitate mare, ce necesită noroaie foarte grele, se introduce o coloană cînd greutatea specifică a noroiului necesară pentru controlul sondei depăşeşte 1,5 kgf/dm³.

În dreptul intercalaţiilor de sare se preconizează efectuarea calculului burlanelor la presiunea litostatică.

Adîncimile de tubaj pentru o anumită dimensiune au crescut. În tabela 1 sînt date cîteva recorduri în acest sens.

TABELA 1

Recorduri de tubaj în anul 1970

Dimensiunea coloanei, in	Adîncimea de tubaj, m	Timp de tubaj, ore	Greutatea în aer, t	Sonda
20	1 137	—	274	1 Price Estate, Texas, S.U.A.
12 3/8	3 523	—	397	Z I Arsten, R.F.G.
11 3/4	4 090	—	370	D Bowers, Hemphill County, Texas S.U.A.
10 3/4	4 624	10	391	1 State Lease 4677, Vermillon Parish, S.U.A.
9 5/8	5 365	28	362	I A Nueces, Texas S.U.A.
7 5/8—	7 010	—	318	I A Montgomery, Pecos County, Texas S.U.A.

În multe cazuri, lainerele sau coloanele sînt ancorate în coloana precedentă, lainerele pentru a nu flamba, iar coloanele pentru a se reduce sarcina la capul de coloană.

Cimentările se fac de către întreprinderi specializate, care aduc şi cimentul în buncăre. Cimentul este aditivat pentru a corespunde condiţiilor găurii.

Pentru sondele foarte calde, se utilizează un amestec de ciment şi făină de silice. Dacă sînt intervale mari de cimentat sau există primejdia de fisurare a formaţiei sau este necesar să se cimenteze cu diferite tipuri de ciment, cimentarea se face în două sau în trei etaje. Dacă cimentarea primară nu este reuşită, se fac recimentări.

Viteze de foraj

Viteza de foraj variază în limite largi. Cele mai mari se obţin în Louisiana, unde formaţiunile sînt mai moi şi, cele mai mici, în formaţiunile dure din Texas de Vest. În tabela 2 se arată aceste cifre repartizate pe şantiere active, în S.U.A.

Acolo unde rezultatele economice obţinute au fost încurajatoare s-a săpat mai mult, ca în Pecos, din Texasul de Vest. Rezultatul a fost că, cu toate dificultăţile de foraj, timpul de sapă al unei sonde de peste 6 000 m a scăzut de la 235 de zile la 165 de zile (pînă la introducerea ultimei coloane).

Costuri

Sondele adînci sînt scumpe. Costul total al unui metru forat la adîncime mai mare de 2 500 m poate fi de zece ori mai mare decît costul unui metru săpat la o sondă mai scurtă de 2 500 m. Cauzele sînt numeroase :

— Presiuni anormale ce fac necesară utilizarea unui noroi greu. Costul noroiului este în mod normal 10—20 % din costul total al sondei. S-a observat că greutatea specifică a noroiului este unu dintre cei mai buni indicatori ai costului sondei. Alegerea adîncimii de fixare a coloanei de protecţie în zona de tranziţie, între presiunea normală şi cea anormală, este probabil elementul cel mai important pentru succesul forajului adînc.

— Forabilitatea formaţiei. Din cauza compactizării mai mari, cu cît creşte adîncimea şi a tendinţei de a permite o

TABELA 2

Şantier	District	Stat	Adîncime medie, m	Timp de foraj, zile	Viteză de foraj, m/instalaţie/lună
Worsham-Bayer	Reeves	Texas-Vest	5 320	150	1 063
Grey Ranch	Pecos		4 790	180	796
Lockridge	Ward		6 100	180—190	1 080—966
J.M.	Crocket		4 570	86	1 590
Gomez	Pecos		6 366	235	812
Gomez *	Pecos		6 920	165	1 280
Caillou	Terrebonne	Louisiana	4 663	26	5 380
Shongelo Creek	Smith	Mississippi	4 709	90	1 570
North Milton	Harris	Texas Gulf Coast	4 724	90—100	1 577—14 20
Baer Ranch	Matagora		4 877	75	1 946

* Ultimele rezultate din 1969

creştere a diferenţei dintre presiunea noroiului şi cea a formaţiunii, se obţin viteze de foraj mai mici.

— Instalaţia, garnitura de foraj şi sistemul circulator lucrează cu o marjă de siguranţă mai mică pe măsura creşterii adîncimii. Amplasamentul adesea izolat şi îndepărtat măreşte problema controlului şi a măsurătorilor.

— Timpul de lucru are tendinţa de a creşte cu pătratul creşterii adîncimii.

— Probabilitatea de apariţie a dificultăţilor tinde să fie proporţională cu adîncimea sondei şi cu timpul de foraj.

În plus, cu cît dificultatea se iveşte la o adîncime mai mare, cu atît costul rezolvării este mai ridicat. Un număr important de găuri adînci sînt pierdute din cauza accidentelor.

În anul 1968 costul unei sonde mai adînci de 15 000 ft (4 572 m) (adîncime medie 5 203 m) a fost de 889 991 dolari. Din această sumă 100 303 dolari (11,1 %) a fost costul noroiului.

Costul sondelor variază foarte mult după regiuni şi după condiţii. Astfel, costul pe metru, în 1968, a fost cel din tabela 3

TABELA 3

Costul sondelor adînci de peste 15 000 ft (4 572 m)

S.U.A.	Număr de sonde	Adîncime medie, m	Cost total, $	Cost total pe metru, $/m	Costul forajului propriu-zis pe metru, $/m
S.U.A. (în întregime)	426	5 203	889 991	171	121,2
Louisiana (total)	226	5 066	903 410	178	147,6
Louisiana (marin)	98	4 999	1 056 318	211	186,9
Texas	102	5 584	1 004 635	179	131,2
Mississippi	36	5 006	613 958	128	

Sondele ultraadînci, de peste 20 000 ft (6 096 m), costă mult mai mult. Cifrele pentru cele 50 de sonde din această categorie în 1968 sînt redate în tabela 4.

TABELA 4

Adîncime medie, m	Cost total mediu/sondă, $	Costul total pe metru, $	Costul forajului, $/sondă	Costul forajului, $/m	Costul noroiului, $/sondă	Sape/sonde	Metri/sapă
6 460	1 420 514	220	1 059 416	164	145 588	101	64

Aceasta înseamnă că în intervalul 5 200—6 400 m metrul forat costă 442 $, adică de 2,58 ori decît pînă la 5 200 m.

Costurile sondelor adînci sînt în continuă creştere, dar rezervele descoperite — în special cele de gaze — justifică cheltuielile. Un raport întocmit de American Gas Association estimează rezervele recuperabile în regiunile de foraj adînc din S.U.A.,la 2 828 miliarde m³, cea mai mare parte dintre acestea fiind în Louisiana şi în Texas.

Echipamente

În mod natural, echipamentele de foraj necesare variază în funcţie de adîncimea sondei şi tot astfel şi costul lor.

Substructurile au o înălţime de 6—10 m pentru a se putea monta flanşele de etanşare şi un grup de prevenitoare compus din trei unităţi cu bacuri şi una cu element deformabil (Hydril).

Capacitatea masturilor şi a turlelor variază între 360 şi 650 t, iar sistemul de manevră are o capacitate de 500—650 t, la instalaţiile cele mai grele.

Puterea la troliu variază între 1 500 şi 2 500 CP, acestea fiind prevăzute cu frîne suplimentare, hidraulice sau electrice.

Instalaţiile au, în genere, pompe de 800 şi de 1 000 CP, dar tendinţa este de a se utiliza pompe din ce în ce mai mari, de 1 600 şi chiar de 2 000 CP şi presiuni de 280—350 kgf/cm².

Se constată o preferinţă pentru utilizarea, în special în partea inferioară a sondelor, a pompelor triplex cu simplu efect, aşa-zisele pompe cu o jumătate de piston. Puterea lor la axa de intrare variază de la 750—1 600 CP iar presiunea de lucru între 140 şi 360 kgf/cm². Avantajele lor sînt :

— un gabarit mai mic şi o greutate considerabil mai redusă decît cele ale pompelor Duplex, de aceeaşi putere.

— fluctuaţiile în presiunea fluidului pompat sînt mult mai mici.

Mesele au o gaură de trecere de 27.1/2 in. şi o capacitate de la 600—1 200 CP.

Instalaţiile sînt acţionate pe uscat de motoare Diesel, cu gaz sau cu butan, iar la instalaţiile ce lucrează pe mare de motoare Diesel. La instalaţiile ce lucrează pe uscat se preferă transmisii hidro-dinamice (cuplaj hidraulic, convertizor hidraulic) între motor şi transmisie, transmisia cu lanţ, iar pe mare — transmisiile Diesel electrice. Instalaţiile sînt completate cu denisipatoare, cu desmîlitoare şi degazeificatoare.

Costul unei instalaţii pentru adîncimea de 15 000 ft (4 572 m) variază între 835 000 şi 1 035 000 dolari, iar pentru 20 000 ft (6 096 m), de la 1 200 000 la 1 475 000 dolari. Cele pentru forajul mai adînc sînt şi mai scumpe.

Foraj adînc pe mare

Forajul pe mare se face de pe :

— Platforme fixe sau insule artificiale.

— Platforme submersibile, care plutesc pe mare pe o serie de flotoare verticale. La amplasament flotoarele se

umplu cu apă şi se aşează pe fundul mării, ţinînd platforma instalaţiei de foraj deasupra suprafeţei apei. Se utilizează pentru adîncimi relativ mici de apă, de circa 30—40 m.

— Platforme autoelevatoare, ce au o serie de picioare care se coboară, se reazimă pe fundul mării şi ridică platforma la înălţimea necesară. Cele mai mari platforme de acest gen pot săpa în aproximativ 90 m de apă.

Cînd apa este mai adîncă, se recurge la instalaţii plutitoare care sînt de două feluri :

— Platforme plutitoare semisubmersibile. O astfel de platformă era prevăzută şi pentru săparea sondei Mohole. În mod normal se utilizează pînă la adîncimi de apă de 180 m.

— Vase plutitoare. Un astfel de vas este şi Glomar-Challenger, care a săpat 835 m în fundul oceanului, apa fiind adîncă de aproape 5 000 m.

Menţinerea în poziţie a acestor două ultime instalaţii se face dinamic, cu ajutorul unor grupuri propulsoare acţionate de un calculator (computer) ce primeşte indicaţiile de poziţie printr-un sistem radio, completat de un sistem sonic. Aceste două tipuri de instalaţii sînt, în genere, de construcţie grea, permiţînd să se sape la o adîncime de peste 6 000 m.

O caracteristică a forajului cu echipamente plutitoare este introducerea în garnitura de foraj a o serie de geale ce preiau mişcarea pe verticală a dispozitivului plutitor, mişcare datorată valurilor şi mareelor.

Punerea în producţie

După introducerea coloanei de exploatare, instalaţia de foraj este înlocuită cu o instalaţie uşoară, de genul celor utilizate la repararea sondelor.

Întrucît cele mai adînci sonde sînt sondele de gaze, presiunile la gura puţului sînt mari, pînă la 450 kgf/cm^2, iar temperaturile de talpă sînt ridicate, depăşind 160°C. În plus, nu numai gazele conţinînd compuşi de sulf sînt corosive, ci — la această presiune — şi cele ce conţin CO_2 sau condensat. În aceste cazuri tubingul şi adesea coloana sînt executate din oţel rezistent la coroziune. Pentru a nu supune coloana la efectul gazelor corosive, cu efect mărit din cauza presiunii, şi pentru a evita supunerea coloanei la o presiune ridicată, se introduc pachere.

Tubingul are posibilitatea de a se deplasa în pacher pentru a evita smulgerea sau flambarea, din cauza variaţiilor de temperatură. În garnitura de tubing se introduc o serie de dispozitive, care acţionate prin cablul de la suprafaţă, permit obţinerea circulaţiei deasupra pacherului, introducerea de duze de fund etc. Înainte de introducere, tubingul este încercat nedistructiv.

În spaţiul inelar dintre tubing şi coloană se introduce un fluid-noroi sau un fluid pe bază de produse petroliere, ce nu trebuie — în timp — să-şi modifice proprietăţile sau să afecteze coloana sau tubingul.

Întrucît sondele adînci sînt scumpe, la unele se aplică exploatarea dual sau triplă.

Proiectarea sondelor

Sondele de mare adîncime se proiectează amănunţit.

Fiecare sondă este diferită şi generează idei noi, care sînt dezvoltate în aplicaţii practice.

— După ce s-a ales coloana de exploatare minimă se estimează presiunea fluidelor din pori şi gradienţii de fisurare, intervalele ocupate de formaţiuni ce trebuie închise imediat (sare, marne instabile), şi pe baza lor se determină adîncimile de tubare, proiectarea coloanelor şi greutatea specifică a noroiului.

— Se consideră posibilitatea de utilizare a tehnicilor de foraj la echilibru sau la subechilibru ca şi cea a forajului cu gaze sau, dacă este cazul, cea a forajului sub presiune.

— Se face selecţia tipurilor de sape ce se vor utiliza, se stabilesc vitezele de avansare şi metrajul pe sapă şi, pe baza lor, se întocmeşte o diagramă indicînd punctele de schimbare ale sapelor.

— Se programează hidraulica de foraj care să accelereze forajul şi să reducă costurile.

— Se planifică un control strict al greutăţii specifice a noroiului, procentajul de solide şi viscozitatea. De cîte ori este posibil se utilizează apa sau saramura.

— După ce se iau deciziile necesare se face un „proiect de program de foraj" foarte detaliat.

Analizele care necesită calcule mai îndelungate pentru aflarea soluţiei optime — de exemplu compunerea coloanelor — se fac cu ajutorul computerilor (calculatoare electronice).

Tendinţe

În afară de proiectul Mohole, în prezent suspendat, nu există actualmente tendinţa de a se săpa mai adînc, doar aceea de a reduce timpurile de foraj şi costurile sondelor.

Pentru mărirea metrajului pe sapă, se constată tendinţa de a se utiliza sapa cu diamante pe scară cît mai largă. Noile tipuri de sape cu diamante permit şi forarea marnelor argiloase şi a şisturilor de adîncime.

Se încearcă forajul cu noi tipuri de turbine, în combinaţie cu sapa cu diamante.

Se urmăreşte obţinerea unui maximum de energie la talpă, prin utilizarea de pompe de puteri mari şi cu debite relativ mici, consumînd cea mai mare parte din putere la duze.

După o perioadă de utilizare a unor noroaie complicate, s-a trecut la fluide cît mai simple, apă, saramură, noroaie cu solide puţine. Tratamentul cel mai utilizat este cel cu lignosulfonaţi.

Se caută să se sape cu o marjă de siguranţă la noroi cît mai mică, printr-un control mai atent al sondei. De cîte ori permit formaţiunile, se lucrează la echilibru sau chiar la subechilibru cu presiunea fluidelor din formaţiune. Cu toate că au fost accidente, se persevereză în tendinţa de a utiliza şi forajul cu gaze.

Pentru a se putea fora cu apăsare mare pe sapă şi totuşi fără mărirea devierii, pe lîngă stabilizatoare se utilizează tije grele pătrate, din ce în ce mai lungi.

Se caută să se reducă numărul de dimensiuni de prăjini utilizate, scăzînd astfel inventarul. O combinaţie favorizată în prezent este 5 in, cu racorduri 4 1/2 IF, urmată de 3 1/2 in, cu racorduri IF. Întrebuinţarea acestor două dimensiuni permite săparea întregii sonde.

Coloanele tubate sînt grele. Pentru a reduce greutatea, se preconizează utilizarea burlanelor subţiri din oţeluri superioare. Pentru condiţiile de coroziune, se caută noi formule de oţeluri rezistente la coroziune şi de pelicule izolante pentru interiorul prăjinilor şi suprafeţele tubingurilor. Îmbinările cu eficienţă şi cu etanşeitate mare se utilizează pe scară din ce în ce mai mare.

Volumul forajului pe mare creşte şi se sapă pe apă din ce în ce mai adîncă. În acelaşi timp, se fac foraje de cercetare în largul oceanelor.

Descoperirea de zăcăminte foarte importante de hidrocarburi în regiunile arctice din Siberia, din Canada şi din Alasca duc la o extindere masivă a forajului în condiţii de frig intens şi în soluri îngheţate veşnic.

Acestea sînt cîteva dintre tendinţele actuale în forajul adînc, dar industria petrolieră este în continuă perfecţionare şi schimbările se produc în ritm rapid.

BIBLIOGRAFIE

1. *** Petroleum Engineer, **41**, nr. 3, mart. 1969.
2. *** World Oil, **170**, nr. 3, febr. 1970.
3. *** World Oil, **166**, nr. 6, mai 1968.
4. *** Proceedings Seventh World Petroleum Congress, 1967
5. Maurer, W. C. În : Oil Gas J., **64**, nr. 2, ian. 1966.
6. Van Lingen, A. A. În : Erdöl and Kohle, **17**, nr. 4, april. 1964.

Curbele de rezistenţă tracţiune-turtire oferă posibilităţi mai mari de combinare a burlanelor decît diagramele de tubaj

C. Busuiocescu

Cel mai răspîndit sistem de calcul al coloanelor de burlane tubate la sondele de ţiţei şi gaze se bazează pe „elipsa de plasticitate" construită pentru cazul solicitărilor biaxiale — efort axial şi presiune exterioară, conform ipotezei de rezistenţă a „lucrului mecanic maxim de variere a formei". Pornind de la acest sistem de calcul se remarcă trei procedee de bază pentru alcătuirea profilurilor de coloane :

— metoda grafo-analitică de încercare şi eroare sau a iteraţiei ;

— metoda analitică sau de calcul numeric ;

— metoda grafică.

Întrucît primele două metode sînt destul de laborioase şi nu prezintă nici avantajul refolosirii în cazul varierii adîncimii de tubaj, în condiţii de lucru identice, ele sînt folosite mai mult în scop didactic.

La proiectarea coloanelor de burlane în Republica Socialistă România, se foloseşte, de peste 30 de ani, metoda grafică de calcul a coloanelor cunoscută sub denumirea de „diagramă de tubaj" şi care reprezintă în sistemul de axe rectangulare mai multe profiluri de tubaj întocmite pe bază de calcule şi construcţie grafică, pentru diferite adîncimi, însă pentru aceiaşi coeficienţi de siguranţă şi pentru aceeaşi greutate specifică a fluidului de foraj. Alcătuirea diagramei de tubaj, deşi laborioasă, oferă două mari avantaje :

— citirea directă a profilului de tubaj ;

— un grad ridicat de refolosire şi pentru adîncimile de tubaj mai mici decît cele pentru care a fost construită diagrama.

Diagrama de tubaj prezintă totuşi dezavantajul că nu permite combinarea calităţilor de oţel şi a grosimilor de burlane decît în succesiunea existentă pe diagramă, întrucît întreaga construcţie grafică s-a bazat tocmai pe succesiunea respectivă a tipodimensiunilor de burlane. În mod frecvent, apar situaţii cînd întocmirea unui profil de coloană este condiţionată de existenţa anumitor grosimi de burlane şi de calităţi de oţel ; în aceste cazuri diagramele aflate în uz nemaifiind utile, se construiesc altele, numai pentru cazurile respective, construcţiile grafice fiind destul de laborioase.

Această dificultate a procedeului de proiectare a coloanelor pe baza „diagramei de tubaj" poate fi evitată prin folosirea curbelor de rezistenţă tracţiune-turtire, metoda fiind mai simplă şi suficient de elastică pentru a permite combinarea diferitelor calităţi şi grosimi de burlane.

Lucrarea de faţă prezintă principiile fundamentale ale noii metode şi un exemplu de calcul.

I. Principii de bază

Pe cale analitică, pornind de la ipoteza de rezistenţă a „lucrului mecanic maxim pentru varierea formei" se demonstrează relaţia dintre presiunea exterioară şi efortul axial la burlanele de foraj [1], ajungîndu-se la relaţia :

$$p_t = p_{t_0}(\sqrt{1 - 3A^2} - A), \qquad (1)$$

în care :

p_t este presiunea exterioară de turtire la sarcina axială $Q \neq 0$, în kgf/cm² ;

p_{t_0} — presiunea exterioară maximă de turtire la sarcina axială $Q = 0$ sau presiunea critică exterioară, kgf/cm² ;

$$A = \frac{Q}{2\sigma_c S}.$$

unde :

Q — sarcina axială, kgf ;

σ_c — limita de curgere a oţelului, kgf/cm² ;

S — aria secţiunii transversale a burlanului, cm².

Relaţia (1), demonstrată analitic, a fost dedusă şi experimental de către cercetătorii de la VNIIBT-Moscova, în anul 1966 [1]. Din relaţia (1), care pentru un burlan de o anumită grosime şi calitate de oţel este o funcţie de formă $p_t = f(Q)$, se observă că rezistenţa la turtire a burlanului scade o dată cu creşterea sarcinii axiale. Funcţia $p_t = f(Q)$ se poate construi grafic pentru toate diametrele, grosimile şi calităţile de oţel ale burlanelor de foraj, luîndu-se diferite valori arbitrare pentru sarcina Q şi calculînd valorile corespunzătoare ale presiunii de turtire p_t. Curbele rezultate, care vor arăta cum scade presiunea exterioară de turtire pe măsură ce creşte sarcina axială Q, nu reprezintă, de fapt, decît „curbele de uzină" tracţiune-turtire ale burlanelor, fără să ţină seama de solicitările biaxiale efective ale burlanelor în gaura de sondă.

Se deduce ecuaţia solicitărilor biaxiale asupra coloanei în gaura de sondă, explicitată sub forma $Q = f(p_t)$, ţinîndu-se seama de : coeficienţii de siguranţă la turtire, greutatea specifică a noroiului şi adîncimea de tubaj. Pe acelaşi grafic al „curbelor de uzină" se con-

struieşte şi curba solicitărilor biaxiale efective. Din intersecţia acestor curbe vor rezulta prin citire directă rezistenţele la turtire pentru fiecare tronson (grosime) de burlan şi calitate de oţel. Din rezistenţa la turtire se obţine direct, prin relaţia cunoscută de transformare, adîncimea admisibilă de tubaj pentru fiecare tronson de burlane, fără a mai fi necesar un calcul de încercare şi de eroare, rezultînd, în final, profilul de tubaj. Acest procedeu, care, de fapt, reprezintă o metodă grafică de proiectare a coloanei, este unul dintre procedeele folosite în prezent în S.U.A. [2].

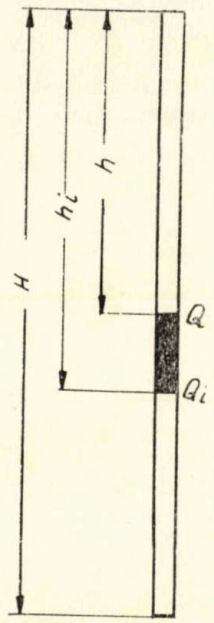


Fig. 1.

Curbele de uzină tracţiune-turtire, aşa cum s-a arătat anterior, se construiesc pe baza relaţiei (1). Pentru ridicarea curbei solicitărilor biaxiale efective se stabileşte ecuaţia solicitărilor biaxiale (tracţiune-presiune exterioară) a coloanei în gaura de sondă. Se consideră coloana suspendată liber în sondă şi se ia în consideraţie un tronson intermediar, aflat cu partea superioară la adîncimea h, iar cu cea inferioară la adîncimea h_i (fig. 1).

Sarcina de tracţiune a coloanei în secţiunea transversală de la adîncimea h va fi :

$$Q = Q_i + Bq\,(h_i - h), \qquad (2)$$

în care :

Q este sarcina de tracţiune a coloanei în secţiunea transversală aflată la adîncimea h, kgf ;

Q_i — greutatea coloanei suspendate sub adîncimea h_i, kgf ;

B — coeficientul de plutire în apă al oţelului, egal cu 0,8726.

q — greutatea burlanului pe metrul liniar, kgf/m ;

h — adîncimea în sondă pînă la punctul considerat, aflat în secţiunea superioară a tronsonului, m ;

h_i — adîncimea în sondă pînă la secţiunea din capătul inferior al tronsonului, m.

La adîncimea h, presiunea exterioară de turtire sub influenţa coloanei hidrostatice de noroi, considerînd coloana de burlane golită în interior şi un coeficient de siguranţă, va fi :

$$p_t = \frac{h\gamma}{10} C_t, \qquad (3)$$

în care :

p_t este presiunea de turtire, la sarcina axială Q, inclusiv un coeficient de siguranţă kgf/cm² ;

γ — greutatea specifică a fluidului de foraj în spaţiul inelar, kgf/dm³ ;

C_t — coeficientul de siguranţă la turtire.

Din relaţia (3) se exprimă adîncimea h în funcţie de presiunea de turtire :

$$h = \frac{10\ p_t}{\gamma\ C_t}. \qquad (4)$$

Introducînd expresia adîncimii h, din relaţia (4), în relaţia (2), rezultă :

$$Q = Qi + Bq\,h_i - \frac{10\ Bq\ p_t}{\gamma C_t}. \qquad (5)$$

Relaţia (5), care exprimă legătura dintre solicitările biaxiale în secţiunea superioară a tronsonului considerat, reprezintă în sistemul de axe rectangulare Q, p_t ecuaţia unei drepte. Pentru construcţia acestei drepte va fi necesar să se cunoscă numai înclinarea, deoarece un punct este deja cunoscut, fiind situat chiar pe abscisă, respectiv pe axa presiunilor de turtire, reprezentînd solicitările de la şiul coloanei unde Q, sarcina axială, este egală cu zero, iar presiunea de turtire se calculează cu relaţia (3), considerînd în locul lui h, adîncimea şiului coloanei. Panta dreptei $Q = f\,(p_t)$ se obţine prin diferenţierea ecuaţiei (5) :

$$\frac{dQ}{dp_t} = -\frac{10\ Bq}{\gamma C_t}, \qquad (6)$$

din care, introducînd valoarea lui $B = 0{,}8726$ rezultă :

$$\text{arc tg}\ \varphi = -\frac{8{,}726\ q}{\gamma C_t}. \qquad (7)$$

Panta negativă a dreptei arată că, atunci cînd sarcina axială Q creşte, presiunea de turtire p_t scade şi invers, fapt deja cunoscut din repartiţia solicitărilor Q şi p_t în gaură de sondă.

Din relaţia (7) se observă că pentru aceeaşi sondă şi pentru aceeaşi coloană, panta dreptei $Q = f\,(p_t)$ este funcţie de greutatea pe metru a burlanului considerat şi de coeficientul de siguranţă la turtire stabilit pentru calitatea respectivă a oţelului.

Prin urmare, curba solicitărilor biaxiale efective va fi o linie frîntă, cu punctele de inflexiune chiar la intersecţia cu „curbele de uzină" $Q = f(p_t)$, construite pentru fiecare calitate de oţel şi grosime de burlan (fig. 2).

II. Exemplu de calcul

Se cere dimensionarea coloanei de 8.5/8 in, în următoarele condiţii de lucru :

— adîncimea de tubaj : 2 600 m ;

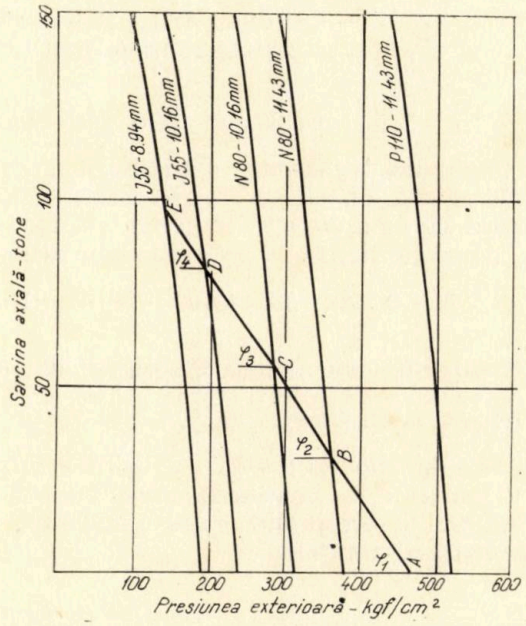


Fig. 2.

— greutatea specifică a noroiului : 1,6 kg/dm³ ;

— presiunea de strat : 220 at ;

— golire : totală ;

— nivelul cimentului : la zi.

Se aleg burlane de construcţie API, cu următoarele caracteristici :

TABELA 1

Grad oţel	Limita de curgere σc, kg/cm²	Grosimea, mm	Secţiunea, cm²	Presiunea critică exterioară Pto, kg/cm²	Forţa admisibilă de tracţiune coeficient de siguranţă 1,57, t	Presiunea interioară, admisibilă coeficient de siguranţă 1,25, kg/cm²
J.55	3 867	8,94	59,02	192	126	220
		10,16	66,68	240	144,1	250
N.80	5 625	10,16	66,68	314	167,6	365
		11,43	74,50	379	189,1	415
P.110	7 734	11,43	74,56	522	247,7	565

Cu ajutorul relaţiei (1) şi al elementelor din tabela 1 se calculează valorile presiunii de turtire corespunzătoare unor sarcini de tracţiune alese arbitrar, între 0 şi 150 t ; în cazul de faţă sînt suficiente 15 puncte, din 10 în 10 t.

Cu ajutorul valorilor astfel calculate, se trasează „curbele de uzină" pentru cele cinci grosimi şi grade de oţel ale burlanelor de 8.5/8 in (fig. 2).

Pentru construcţia dreptelor ce reprezintă solicitarea biaxială efectivă, se calculează unghiurile φ1, φ2, φ3, φ4, cu ajutorul relaţiei (7), rezultatele fiind prezentate în tabela 2.

TABELA 2

1	∅ burlan	8.5/8 in — API				
2	Grad oţel	J-55		N.80		P.110
3	Coeficient de siguranţă la turtire	1.050		1.080		1.125
4	Grosime burlan, mm	8,94	10,16	10,16	11,43	11,43
5	Greutate, kgf/m	48,36	54,20	54,20	60,24	60,24
6	Greutate specifică noroi, kgf/dm²	1,60				
7	Unghiul φ	—	φ 4 54°36′	φ 3 53°41′	φ 2 56°38′	φ 1 55 36′

La aplicarea relaţiei (7), valorile obţinute pentru tg φ s-au amplificat cu coeficientul $\frac{1}{200}$, deoarece unghiurile se construiesc pe diagrama din figura 2, unde $\text{tg}\ \varphi = \frac{dQ}{dp}$ are coeficientul de scară $\frac{1\,000\ \text{kg}}{5\ \text{at}} = 200$ (kg/at).

Dimensionarea coloanei se începe de la şiu, unde sarcina de tracţiune $Q = 0$, iar rezistenţa la turtire se calculează cu relaţia (3) :

$$p_t = \frac{h\gamma}{10} C_t = \frac{2\,600 \times 1{,}6}{10} \times 1{,}125 = 468\ \text{kg/cm}^2.$$

Din tabela 1 se observă că la această presiune exterioară admisibilă rezistă burlanul de 8.5/8 in ; grosime 11,43 mm, uzinat din oţel P.110. Se fixează pe abscisă punctul A (fig. 2), de coordonate 468 şi 0. Din punctul A se trasează dreapta de înclinare $\varphi_1 = 55°36'$, corespunzătoare oţelului P.110 (tabela 2), pînă intersectează curba de uzină a burlanului de 11,43 mm grad N.80, în punctul B. Acestui punct îi corespunde pe abscisă o rezistenţă la turtire de 367 kgf/cm².

Cu ajutorul relaţiei (4) se calculează adîncimea admisibilă de tubaj pentru burlanul de 11,43 mm grad N. 80 :

$$h = \frac{10\ pt}{\gamma\ C_t} = \frac{10 \times 367}{1{,}6 \times 1{,}080} = 2\,120\ \text{m}.$$

Rezultă astfel intervalul de tubaj al *tronsonului I* :

oţel grad P.110 — 11,43 mm grosime 2 600 — 2 120 = 480 m.

Din punctul B se trasează dreapta corespunzătoare burlanului N.80 — 11,43 mm, cu panta $\varphi_2 = 56°38'$, pînă în punctul C, unde intersectează curba de uzină a burlanului de

10.16 mm grad N. 80. Punctului C îi corespunde rezistența la turtire de 292 kg/cm², adîncimea admisibilă pentru burlanul de 10.16 mm grad N. 80 fiind :

$$h = \frac{10 \times 292}{1{,}6 \times 1{,}08} = 1\,690 \text{ m.}$$

Prin urmare, *tronsonul II* va fi :
oțel N.80 — 11,43 mm grosime : 2 120—1 690 = = 430 m.

Se continuă construcția grafică, din punctul C construindu-se dreapta CD, cu panta $\varphi 3 = 53°41'$, corespunzătoare burlanului de 10.16 mm grad N.80. În punctul D, pe curba de uzină a burlanului de 10.16 mm, grad J-55, rezistența la turtire este de 196 kg/cm² :

$$h = \frac{10 \times 196}{1{,}6 \times 1{,}05} = 1\,160 \text{ m.}$$

Rezultă *tronsonul III* :
oțel N. 80—10.16 mm : 1 690—1 160 = 530 m.
În mod analog, se construiește dreapta *DE*, cu panta $\varphi 4 = 54°36'$, pentru burlanul de 10.16 mm grad J.55, aflîndu-se rezistența la turtire din punctul *E* egală cu 148 kg/cm² :

$$h = \frac{10 \times 148}{1{,}6 \times 1{,}05} = 880 \text{ m.}$$

Tronsonul IV :
oțel J.55 — 10,16 mm : 1 160 — 880 = 280 m. Adîncimea de 880 m reprezintă limita admisibilă pînă la care se poate tuba burlanul 8.5/8, in, grad J. 55, de grosime minimă, respectiv de 8,94 mm. În continuare coloana se dimensionează numai la tracțiune.
Înainte de a se stabili lungimea tronsonului *V*, ce va fi alcătuit din burlane de 8.94 mm J.55, se verifică dacă aceste burlane rezistă la presiunea interioară de 220 at. Din tabela 1 se vede că presiunea interioară admisibilă la coeficientul de siguranță 1,25 este chiar 220 at, deci burlanele rezistă.

Sarcina axială totalizată de greutatea celor patru tronsoane va fi :

tronsonul I — P. 110 — 11.43 mm
480 × 60,24 kg/m = 28 915 kg
tronsonul II—N.80 — 11.43 mm
430 m × 60,24 kg/m = 25 903 kg
tronsonul III—N. 80 — 10.16 mm
530 × 54,20 kg/m = 28 726 kg
tronsonul IV — J. 55 — 10.16 mm
280 m × 54,20 kg /m = 15 176 kg
Total 98 720 kg

Sarcina de tracțiune admisibilă pentru burlanele de 8,94 mm, la un coeficient de siguranță de 1,57, fiind de 126 t (tabela 1), lungimea tronsonului *V* va fi :

$$\frac{126\,000 - 98\,720}{48{,}36} = 560 \text{ m.}$$

tronson V—J. 55—8,94 mm : 880—320=560 m.
În mod similar, se stabilește tronsonul următor :

tronson VI—J.55—10.16 mm : 320—20=300 m.

În porțiunea superioară a coloanei se introduc 20 m din burlanele cu grosimea maximă existente în componența coloanei pentru evitarea unor accidente la introducerea sculelor.

tronson VII—N. 80—11.43 mm : 20—0=20 m.

III. Comparație cu metoda diagramei de tubaj

a) *Gradul de precizie*

Profilul de coloană 8.5/8 in, stabilit prin procedeul curbelor de rezistență tracțiune-turtire (de uzină), în exemplul expus mai sus, are componența din tabela 3.

TABELA 3

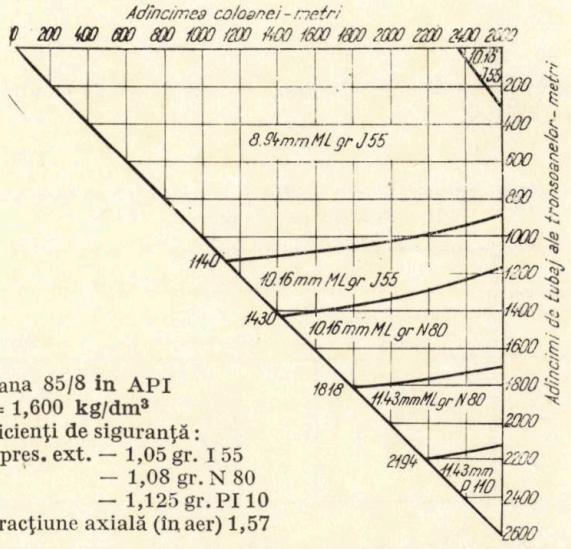
Tronson	Grad oțel	Grosime burlan, mm	Interval de tubaj, m		Lungime, m
			de la	la	
VII	N.80	11,43	0	20	20
VI	J.55	10,16	20	320	300
V	J.55	8,94	320	880	560
IV	J.55	10,16	880	1 160	280
III	N.80	10,16	1 160	1 169	530
II	N.80	11,43	1 690	2 120	430
I	P.110	11,43	2 120	2 600	480
				Total	2600 m

Pentru comparație, se construiește diagrama de tubaj a coloanei de 8.5/8 in, în aceleași condiții de lucru menționate în exemplul de calcul prezentat anterior, însă folosind metoda aflată în prezent în uz sub denumirea de „diagramă de tubaj" (fig. 3). Din diagramă, prin citire directă pentru adîncimea de tubaj de 2 600 m, se constată o componență identică a tronsoanelor de burlane cu cea dedusă prin noua metodă (tabela 3). Prin urmare, ambele metode au același grad de precizie.

b) *Posibilități de combinare a diferitelor calități și grosimi de burlane*

Prin metoda curbelor de uzină tracțiune-turtire pot fi combinate cu ușurință orice tipodimensiuni de burlane. De exemplu, dacă burlanul Ø 8.5/8 in, de 10,16 mm — grad N.80, nu este în stoc, se face abstracție de curba sa din figura 2, prelungindu-se dreapta BC pînă întîlnește curba de uzină a burlanului următor,

J. 55 de 10,16 mm, procedeul de calcul în continuare rămînînd acelaşi. Pentru înlocuirea burlanelor 8.5/8 in, de 11,43 mm grad N.80, de exemplu, cu burlane de 12,5 mm grad E, se construieşte curba de uzină pentru burlanul



Coloana 85/8 in API
$\gamma_n = 1{,}600$ kg/dm³
Coeficienţi de siguranţă:
—la pres. ext. — 1,05 gr. I 55
— 1,08 gr. N 80
— 1,125 gr. PI 10
La tracţiune axială (în aer) 1,57

Fig. 3.

grad E şi se prelungeşte dreapta *BC*, pînă intersectează această curbă, procedeul de calcul în continuare fiind cel arătat anterior. Se pot face deci, mult mai simplu, orice fel de combinaţii de burlane, în funcţie nu numai de existenţa în stoc a anumitor burlane, ci şi de considerente privind reducerea consumului de metal.

La metoda diagramei de tubaj însă, (fig. 3), în momentul în care se elimină sau se înlocuieşte o anumită grosime şi calitate de burlane, diagrama nu mai este valabilă, fiind necesară o nouă construcţie grafică destul de laborioasă.

c) *Gradul de refolosire*

Dependenţa funcţională $p_t = f(Q)$, din relaţia (1), o dată calculată pentru fiecare fel de burlan, curbele de uzină construite rămîn valabile pentru orice caz particular de dimensionare a coloanei. Unghiul φ se poate calcula şi intabula pentru fiecare fel de burlan şi greutate de noroi. În felul acesta, construcţia grafică este mult mai simplă şi rapidă decît prin metoda diagramei de tubaj.

Un dezavantaj al noii metode apare atunci cînd se schimbă adîncimea de tubaj a coloanei, deoarece linia solicitărilor efective ABCDEF se deplasează paralel cu ea însăşi, în funcţie de noua poziţie a punctului A (şiul coloanei), fapt ce determină un grad de refolosire a construcţiei grafice mai scăzut decît la metoda diagramei de tubaj.

IV. Concluzii

1. Metoda de proiectare a coloanelor bazată pe curbele de rezistenţa tracţiune-turtire prezintă posibilităţi mult mai mari de combinare a burlanelor decît metoda diagramei de tubaj, fiind în acelaşi timp mai simplă şi mai rapidă, fără să afecteze gradul de precizie.

2. Avînd însă un grad de refolosire al construcţiei grafice mai scăzut decît cel aplicat în prezent, noul procedeu, este indicat a se utiliza în special la combinaţiile de burlane pentru care nu există diagrame de tubaj, aceste cazuri fiind frecvente.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * Tema P. 18 — 15/1967. Studiu I C.F.E. — Cîmpina.
2. Moore, P. şi Cole, F. Drilling Operations Manual Tulsa, Oklahoma, 1965.

Energia superficială liberă la adsorbţia unor hidrocarburi pe cărbune activ

G. A. Rădulescu, S. Raşeev şi M. Ilea

La examinarea adsorbţiei pe cărbune activ a unor parafine solide, dizolvate în diferite hidrocarburi, s-a constatat o variaţie mare a intensităţii de adsorbţie, în funcţie de natura solventului. Lucrarea de faţă are ca scop găsirea cauzei acestei comportări diferite.

S-au folosit patru tipuri de parafine cu compoziţii diferite, * ale căror caracteristici sînt redate în tabela 1.

TABELA 1

Analiza parafinelor

Proba	Temperatura de topire, °C	n_4^{90}	d_4^{90}	M	Analiza structurală *			
					$\%C_A$	$\%C_N$	$\%C_P$	R_N
A	52	1,4266	0,7640	425	0	2	98	0,2
B	58	1,4305	0,7725	465	0	6	94	0,45
C	65	1,4339	0,7802	519	0	9	91	0,65
D	80	1,4395	0,7920	656	0	10	90	1,00

*) Reprezintă atomii de carbon din ciclurile aromatice şi naftenice şi din lanţurile parafinice, după metoda „n-d-M" [8].

La analiza structurală, se constată lipsa carbonului aromatic ceea ce se explică şi prin sensibilitatea insuficientă a acestei determinări (grad de precizie + 1%).

Cărbunele folosit provine din lemn de fag tratat cu KOH şi activat cu abur la 900°C. Suprafaţa sa specifică, determinată după metoda BET, este de 1 000 m^2/g (s-a considerat media cîtorva determinări cuprinse între 994 şi 1007 m^2/g, deci o precizie de + 0,7%).

Adsorbţia pe cărbune activ s-a studiat prin efectuarea izotermelor la 25°C, folosind soluţii de 1% parafină în diferiţi solvenţi. Ca tehnică experimentală s-a ales percolarea unor porţiuni succesive de soluţie, pînă cînd cărbunele (cu granulaţia de 0,10—0,25 mm) nu mai reţine parafină. S-au efectuat astfel izotermele de adsorbţie a celor patru parafine, folosind ca solvenţi benzenul, *n*-heptanul şi izooctanul. În tabela 2 se prezintă rezultatele acestor experimentări.

Se observă că, în toate cazurile, adsorbţia din soluţia de benzen este practic nulă, ceea ce explică de ce benzenul este folosit la desorbţia parafinei.

TABELA 2

Parafina adsorbită din soluţie la efectuarea izotermelor de adsorbţie pe cărbune, la 25°C

Tipul de parafină	Parafină adsorbită, % pe cărbune, din soluţie de:		
	benzen	*n*-heptan	*i*-octan
A	0,5	3,50	6,0
B	0,5	5,25	10,5
C	0,5	7,25	13,5
D	0,5	9,00	18,0

Adsorbţia parafinei din soluţiile de *n*-heptan şi *i*-octan creşte o dată cu temperatura de topire şi cu greutatea moleculară a parafinelor, după cum este normal în adsorbţia fizică. În cazul aceluiaşi tip de parafină, adsorbţia din soluţie creşte sistematic în ordinea: benzen, *n*-heptan, *i*-octan. Pentru elucidarea acestui aspect al adsorbţiei din soluţie s-a folosit o metodă indirectă de măsurare a energiilor superficiale. După cum se ştie, studiul fenomenelor de suprafaţă solid-lichid comportă dificultăţi, deoarece spre deosebire de lichide, suprafaţa solidelor este greu de studiat [11]. Căldura de umectare prin imersie, care reprezintă căldura degajată la introducerea unui solid într-un lichid pur, poate fi însă folosită în acest scop. Prin imersie, energia superficială a suprafeţei solidului e_s, se modifică, devenind egală pentru interfaţa solid-lichid cu energia interfacială e_{sL}. Variaţia energiei interne se poate considera aproximativ egală cu variaţia entalpiei, deoarece schimbarea de volum în cursul imersiei este neglijabilă [1, 6, 11].

Deci:

$$Q_i \simeq e_{i(SL)} = e_s - e_{SL}\,, \qquad (1)$$

în care:

Q_i este căldura de imersie;

$e_{i(SL)}$ — energia de imersie;

e_s — energia suprafeţei solidului;

e_{sL} — energia interfacială solid-lichid.

Energia interfacială solid-lichid se poate examina comparativ cu energia interfacială lichid-lichid, mai bine cunoscută. În figura 1 se repre-

*) Parafina *A* provine dintr-un amestec de ţiţeiuri uşoare, prin presarea la rece a unui distilat, parafinele *B* şi *C* provin din dezuleierea unor gaciuri de la deparafinarea cu solvenţi a unor uleiuri distilate, iar *D* este o parafină microcristalină, obţinută din reziduul de la distilarea unui gaci de ulei rezidual.

zintă schematic interfaţa lichid-lichid cu straturile monomoleculare adiacente fiecărei faze [3, 4].

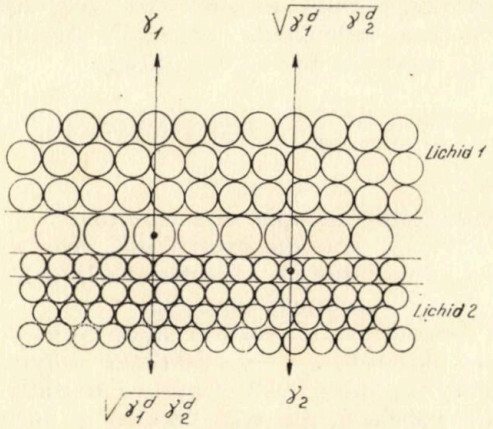


Fig. 1. Interfaţa lichid-lichid.

Tensiunea interfacială este suma tensiunilor din cele două straturi monomoleculare. În stratul monomolecular al fazei *1*, atracţia lichidului *1* tinde să producă o tensiune egală cu tensiunea superficială γ_1, dar acest efect se opune atracţiei lichidului *2*. S-a propus ca termenul de tensiune superficială rezultat din atracţia intermoleculară a două lichide diferite să fie media geometrică a tensiunilor care reprezintă forţele de dispersie. În acest caz, suma tensiunilor din stratul monomolecular interfacial al fazei *1* este:

$$\gamma_1 - \sqrt{\gamma_1^d \gamma_2^d},$$

iar cel al fazei *2* este:

$$\gamma_2 - \sqrt{\gamma_1^d \gamma_2^d}.$$

Suma tensiunilor la interfaţă devine deci [2, 3, 4]:

$$\gamma_{12} = \gamma_1 + \gamma_2 - 2\sqrt{\gamma_1^d \gamma_2^d},$$

în care:

γ_1 reprezintă tensiunea superficială a lichidului *1*;

γ_2 — tensiunea superficială a lichidului *2*;

γ_1^d — componenta forţelor de dispersie a energiei superficiale libere a substanţei *1*;

γ_2^d — componenta forţelor de dispersie a energiei superficiale libere a substanţei *2*.

Dacă această relaţie este transpusă la interfaţa solid-lichid, ea devine [7]:

$$e_{SL} = e_S + e_L - 2\sqrt{\gamma_L^d \gamma_S^d}, \qquad (2)$$

în care:

e_S este energia superficială a solidului;

e_L — energia superficială a lichidului;

γ_S^d — energia superficială liberă a solidului;

γ_L^d — componenta forţelor de dispersie a energiei superficiale libere a lichidului.

Înlocuind în ecuaţia 1, se obţine[4]:

$$-Q_1 = e_L - 2\sqrt{\gamma_L^d \gamma_S^d}. \qquad (3)$$

În cazul hidrocarburilor, tensiunea superficială măsoară numai forţele de dispersie [2, 3], deci $e_L = \gamma_L^d$. În consecinţă, prin imersia unui solid într-o hidrocarbură se poate calcula energia superficială liberă a solidului, cunoscînd bineînţeles tensiunea superficială a hidrocarburii. Trebuie accentuat faptul că, pentru solide, energia superficială liberă nu reprezintă tensiunea superficială propriu-zisă, aceasta fiind o componentă greu de definit şi de măsurat [5].

Determinările de căldură de imersie s-au efectuat cu ajutorul unui calorimetru de construcţie proprie, convenabil atît pentru cantităţile de lichid şi de solid folosite, cît şi pentru asigurarea preciziei necesare.

Pentru aceasta, s-a utilizat un vas Dewar, în care s-a introdus o eprubetă de sticlă cu diametrul de 60 mm, în care s-a efectuat operaţia de imersie. Vasul Dewar s-a plasat într-un termostat. Agitarea a fost realizată cu un agitator electric de turaţie reglabilă, folosind o viteză de 1 000 rot./min. Pentru introducerea cărbunelui, s-a folosit o fiolă de sticlă, a cărei închidere s-a asigurat prin aplicarea unui film de celofan. Acesta se rupe uşor în momentul necesar şi permite căderea instantanee a cărbunelui în lichid. Pentru a evita pătrunderea umidităţii din exterior, vasele au fost închise cu dopuri de plută, prevăzute cu un strat protector de colodiu. Temperatura s-a înregistrat electric, cu ajutorul unui termocuplu, format din patru termocupluri în serie de cupru-constantan, capul cald fiind în soluţie şi cel rece în alt vas Dewar. Pentru măsurare s-a folosit un galvanometru de sensibilitate 10^{-9}V.

Pentru determinarea echivalentului electric al calorimetrului, s-a trecut un curent cunoscut (furnizat de un acumulator) printr-o rezistenţă de 70 Ω şi s-a calculat diferenţa dintre energia electrică introdusă şi efectul caloric produs, diferenţă care a fost preluată de aparatură. Rezistenţa s-a confecţionat din manganin, aliaj de cupru-mangan-nichel, cu rezistivitate electrică mare şi cu coeficient de temperatură mic.

Pentru o precizie mai mare s-a determinat echivalentul caloric al aparatului înaintea fiecărei determinări şi chiar de cîteva ori, pînă la obţinerea de rezultate constante. Diferenţa de temperatură s-a citit la galvanometru după ce, în prealabil, s-a stabilit variaţia liniară μV/°C.

Dimensiunile aparaturii alese permit imersia a 7 g cărbune în 35 g lichid; în toate determinările, care s-au efectuat cu proporţia de 0,2 părţi cărbune la o parte lichid, s-au folosit aceste cantităţi. Determinarea echivalentului caloric s-a făcut după introducerea a 35 g lichid în eprubeta calorimetrului. După această determinare se aşteaptă cel puţin 1/2 oră, pentru ca temperatura lichidului să devină constantă, şi apoi se începe determinarea propriuzisă. Se agită timp de 10 minute, citind temperatura din minut în minut (perioada I). După acest interval, se goleşte fiola de cărbune prin ruperea celofanului. Fiola trebuie să fie aşezată puţin deasupra nivelului de lichid, pentru a permite o golire instantanee. Se continuă citirea temperaturii; în cazul hidrocarburilor pure, temperatura citită după primul minut este maximă. Se înregistrează în continuare timp de 30 minute, interval în care temperatura scade treptat (perioada a II-a).

În lucrarea de faţă, fiecare valoare care exprimă căldură de imersie este media a cel puţin două-trei determinări. Precizia determinărilor este de ordinul a $\pm$ 0,2 cal. În afară de măsurile obişnuite, precizia necesară s-a realizat prin folosirea de solvent şi de cărbune uscat. S-a lucrat numai cu solvenţi p.a., iar acolo unde a fost cazul aceştia s-au uscat în prealabil cu cărbune. Înaintea fiecărei determinări, cărbunele a fost încălzit timp de 3 ore, la 120°C.

Căldura de imersie s-a exprimat în erg/cm^2, suprafaţa specifică a cărbunelui fiind cunoscută (1000 m^2/g). Capacitatea calorică a cărbunelui nu s-a determinat, luîndu-se valoarea de 0,26 cal/g menţionată, pentru cărbunele de lemn de fag, încălzit la 1 000°C, în domeniul de temperatură 0—376°C.

Pe baza relaţiei (3) s-au efectuat determinări ale căldurii de imersie a cărbunelui activ în benzen, *n*-heptan şi *i*-octan. Au fost măsurate, de asemenea, tensiunile lor superficiale, şi, prin urmare, s-a putut calcula energia superficială liberă a cărbunelui la imersia în fiecare dintre aceste hidrocarburi (tabela 3).

TABELA 3

Imersia cărbunelui activ cu granulaţia 0,10—0,25 mm, în diferite hidrocarburi

Hidrocarbura	$-Q_i$, erg/cm^2	γ_L, erg/cm^2	γ_S, erg/cm^2
benzen	140	30,3	99
n-heptan	124	22,5	114
i-octan	121,5	20,7	123

Se constată că cea mai mare căldură de imersie se obţine în benzen şi cea mai mică în izooctan, ceea ce înseamnă că benzenul este adsorbit mai intens. Energia superficială liberă a cărbunelui variază în sens invers, adică ea are cea mai mică valoare în cazul imersiei în benzen şi cea mai mare la imersia în izooctan. Această comportare a celor trei solvenţi s-a verificat prin calcularea entropiei superficiale. În acest scop s-a folosit formula:

$$\tau = \frac{e_s - \gamma_s}{T}, \text{ (erg/grad/cm}^2\text{)} \qquad (4)$$

în care:

τ reprezintă entropia superficială;
e_s — energia superficială totală;
γ_s — energia superficială liberă;
T — temperatura, °K.

Din această formulă rezultă că, cu cît γ_s creşte, entropia descreşte, deci adsorbţia solventului respectiv este mai mică. Datele calculate sînt cele din tabela 4, din care rezultă o adsorbţie

TABELA 4

Hidrocarbura	γ_S, erg/cm^2	σ, erg/grad/cm^2
benzen	99	0,473
n-heptan	114	0,422
i-octan	123	0,412

mai puternică a benzenului, urmînd *n*-heptanul şi apoi izooctanul. Aceste rezultate explică pe cele obţinute prin izotermele de adsorbţie din solvenţii respectivi. Astfel, dacă la imersia cărbunelui în benzen, γ_s are valoarea minimă, înseamnă că aceasta este solventul cel mai puternic adsorbit şi, deci, este normal ca parafina din soluţia de benzen să fie cel mai puţin adsorbită şi invers, din izooctan să se producă adsorbţia maximă. Figura 2 reprezintă corela-

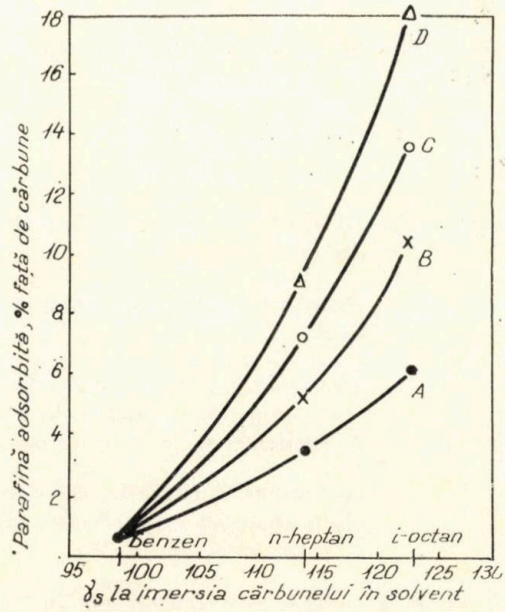


Fig. 2. Variaţia adsorbţiei parafinelor A, B, C, D, cu energia superficială liberă a cărbunelui la imersia în benzen, *n*-heptan şi *i*-octan.

ția dintre γ_s și proporția de parafină adsorbită pentru cele patru tipuri de parafină examinate. Din aceste curbe rezultă net importanța solventului în procesul de adsorbție din soluție, deoarece solventul care este mai puțin reținut permite o adsorbție mai intensă a parafinei. Cu alte cuvinte, γ_s, de la imersia cărbunelui în solvent reprezintă energia superficială liberă disponibilă, pentru procesul ulterior de adsorbție a parafinei din soluția respectivă.

Din rezultatele obținute reiese că, o dată stabilită curba pentru un anumit tip de parafină, se poate găsi cu ușurință solventul optim, prin efectuarea unei simple determinări de căldură de imersie. Alegerea solventului prezintă interes pentru latura aplicativă a procesului de adsorbție din soluție.

După cum se știe, dimensiunea particulelor de adsorbent prezintă importanță în procesul de adsorbție, o granulație mai mică fiind mai eficace. Deoarece unii experimentatori au constatat efecte contrare [9, 10], s-a investigat și acest aspect prin determinarea energiei superficiale libere la imersia în solvent. În acest scop s-au folosit trei dimensiuni diferite de particule, și anume sub 0,10 mm, între 0,10 și 0,25 mm și 0,25—0,50 mm. Cu cărbunele astfel sortat s-a determinat căldura de imersie în izooctan și s-au efectuat izotermele de adsorbție din izooctan ale celor patru tipuri de parafină.

În tabela 5 se prezintă valorile căldurii de imersie în izooctan ale cărbunelui de diferite

TABELA 5

Căldura de imersie și energia superficială liberă la imersia în izooctan a cărbunelui de diferite granulații

Granulația cărbunelui, mm	$-Q_i$, erg/cm²	γ_S, erg/cm²
sub 0,10	135	157,7
0,10—0,25	121,5	123
0,25—0,50	110	96,3

granulații, precum și cele ale energiei superficiale libere respective. În funcție de aceste valori ale energiei superficiale libere, în figura 3 este redată variația cantității de parafină adsorbită pe cărbune de granulațiile menționate.

Din aceste date rezultă că energia liberă superficială descrește sensibil o dată cu creșterea dimensiunii particulei de cărbune, ceea ce se traduce printr-o variație în același sens cu energia superifcială liberă a cantității de parafină adsorbită. Se verifică, deci pe această cale faptul că este preferabil să se utilizeze în procesul de adsorbție dimensiuni mici de particule.

În figura 3 se poate verifica că adsorbția parafinei din soluție este dirijată de energia liberă superficială a cărbunelui la imersia în solvent.

În concluzie rezultă că energia liberă superficială a cărbunelui la imersia în solvenții studiați permite să se prevadă intensitatea adsorb-

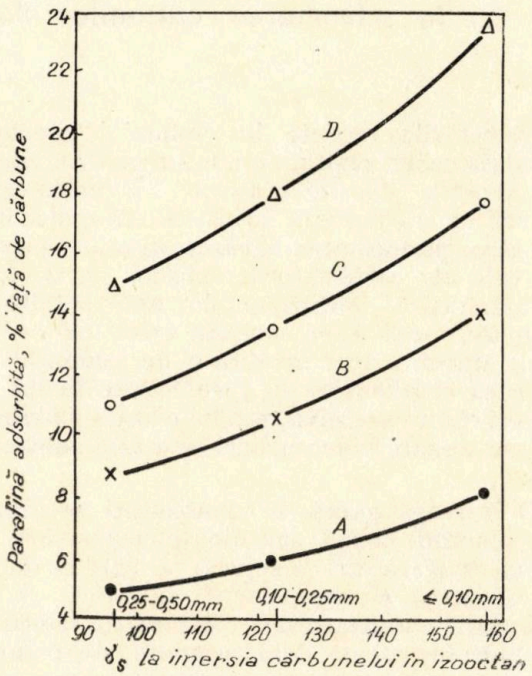


Fig. 3. Variația adsorbției parafinelor A,B,C, D pe cărbune de diferite granulații în funcție de energia liberă la imersia în izooctan.

ției parafinelor din soluțiile respective. Valoarea entropiei superficiale calculate din energia superficială liberă confirmă rezultatele obținute. Prin urmare, în locul izotermei de adsorbție, se poate folosi numai căldura de imersie împreună cu tensiunea superficială a solventului, determinări mai rapide și mai precise.

BIBLIOGRAFIE

1. Chessick, J. J. și Zettlemoyer A. C. Advances in catalysis, **XI**, Academic Press, New York, London, 1959.
2. Fowkes, F. M. În: J. Phys. Chem., **66**, 1962, p. 382.
3. Fowkes, F. M. În: J. Phys. Chem., **67**, 1963, p. 2 538.
4. Fowkes, F. M. În: I.E.C., Intern. Ed. **56**, 1964, p. 41.
5. Gardon, J. L. În: J. Phys. Chem., **67**, 1963, p. 1935.
6. Harkins, W. The physical chemistry of surface films. Reinhold, New York, 1952.
7. Schonborn, H. În: J. Phys. Chem. **69**, 1965, p. 1 084 .
8. Van Nes, K. și Van Westen, H. A. Aspects on the constitution of mineral oils, Elsevier, New York, 1951.
9. Wade, W. H., Every, R. L. și Hackerman, N. J. Phys. Chem., **64**, p. 355.
10. Wade, W. H. și Hackerman, N. În: J. Phys. Chem., **65**, 1961, p. 1 681.
11. Zettlemoyer, A. C. În: I.E.C. Intern. Ed., **57**, 1965, p. 227.

Considerații asupra schimbului de ioni în site moleculare cristaline

Variația dimensiunii porilor sitei moleculare de tip *X*, la schimbarea cationilor de Na cu Ca

R. Russu și I. Ghejan

Cercetările recente în domeniul preparării catalizatorilor cristalini au înregistrat succese remarcabile [1]. Între acestea se citează catalizatorii de cracare sub formă de sită moleculară, ale căror performanțe depășesc în multe privințe pe cele ale catalizatorilor clasici [2, 3, 4, 5]. Îmbunătățirea performanțelor unor catalizatori prin utilizarea unor compuși cristalini în locul celor amorfi a fost însoțită și de tendința de a prepara catalizatori cu specificitate înaltă [6], uneori chiar exclusivă, pentru o anumită reacție, a unei singure hidrocarburi (sau altă substanță) [1].

O întreagă gamă de catalizatori se prepară din alumină activă sau din silice-alumină, utilizată ca atare sau ca suport, pe care se depune o substanță cu proprietăți catalitice. Se pot cita astfel catalizatorii de cracare, de reformare, de hidrofinare, de dehidrogenare, de polimerizare ș.a. O caracteristică comună a acestora o constituie structura lor, mai exact a suprafeței lor, care se datorează unui sistem complicat de pori [7]. Toți acești catalizatori au pori de dimensiuni variate, mai mari sau mai mici, în funcție de metoda de preparare, și, în general, deschiși numai la un capăt. Accesul moleculelor reactantului spre centri catalitici se face prin același loc de unde se face și evacuarea produselor de reacție.

Din aceste puncte de vedere, utilizarea sitelor moleculare în cataliză constituie un salt calitativ, ele avînd o structură caracteristică, ordonată [3, 4]. Pe de o parte, porii structurii cristaline sînt riguros de aceeași dimensiune (avînd ca efect o selectare geometrică a moleculelor care pot pătrunde în structură), iar pe de alta, sînt deschiși în 3, 4, 6 direcții (ceea ce are ca efect o difuziune mult ușurată, în și din pori). Adăugînd la cele arătate și posibilitatea preparării unor site moleculare cu dimensiuni diferite ale porilor, apar evidente posibilitățile catalitice ale unei astfel de structuri.

Într-adevăr, literatura de specialitate semnalează catalizatori cristalini specifici, pentru o serie de procese. Astfel, pentru cracarea hidrocarburilor liniare saturate sau nesaturate, se utilizează sită moleculară de tip *A*, cu pori de 5 Å, ale cărei performanțe sînt superioare catalizatorilor de silice-alumină. Cracarea cumenului și a altor aromatice ramificate se face pe sită de tip *X*, cu pori de 9 Å. Propilena se polimerizează foarte bine pe sită moleculară cu pori de 5 Å (pînă la un anumit grad de polimerizare), iar în alte condiții pe sită cu pori de 9 Å (grad înalt de polimerizare). Alchilarea benzenului se face foarte bine pe sită moleculară cu pori de 11 Å. Prepararea etilenei prin deshidratarea alcoolului se face cu selectivitate de 100%, pe sită moleculară cu pori de 5 Å. Randamentele de izomerizare ale pentanului și ale hexanului pe sită moleculară cu pori de 11 Å sînt foarte apropiate de cele teoretice etc.

Obținerea unor site moleculare cu pori de dimensiuni diferite se poate face pe două căi: prin sinteză, sau prin schimbarea cationilor. Aceste metode se completează reciproc, în sensul că dimensiunea porilor unei site, așa cum rezultă din sinteză, poate fi modificată prin schimb ionic, fie mărind-o, fie micșorînd-o cu circa 1 Å.

Lucrarea de față se va limita la prezentarea celei de-a doua metode. Pentru a înțelege mecanismul de modificare a dimensiunii porilor prin schimbarea cationilor, se vor da cîteva detalii asupra structurii catalizatorilor. Examinînd astfel structura catalizatorilor de tip silice-alumină, se constată că legarea tetraedrilor de SiO_4 și de AlO_4 în structura acestora se face oarecum la întîmplare, în timp ce legarea lor în structura sitelor moleculare se face într-un mod riguros, după anumite direcții și într-o anumită succesiune [8, 9, 10]. Astfel, pentru o serie de produși sintetici, între care sitele moleculare *A*, *X*, *Y*, legarea reciprocă a acestor grupări, se face astfel, încît se creează o celulă, numită sodalitică (fig. 1), considerată unitatea de bază din care se alcătuiesc cele trei site menționate [9, 10]. Dacă aceste celule se „lipesc" pe fețele pătrate, compusul cristalin astfel format se numește sodalit și este un zeolit — sită moleculară, natural (fig. 2).

Dacă celulele sodalitice se leagă tot pe fețele pătrate, dar prin intermediul unor punți de oxigen, se formează sita moleculară sintetică notată cu *A* (fig. 3). După cum se vede din figura 3, între unitățile sodalitice rămîn spații libere, pori ce comunică între ei. La locul de întîlnire a porilor aflați în trei direcții ortogonale, se formează o cavitate. În cazul sitei moleculare de tip *A*, în formă de sodiu, porii au diametrul de circa 4 Å, iar cavitatea inte-

rioară, ce se poate înscrie într-o sferă, are o rază de 11,2 Å.

Dacă celulele sodalitice se leagă între ele pe feţele hexagonale, tot prin punţi de oxigen, se

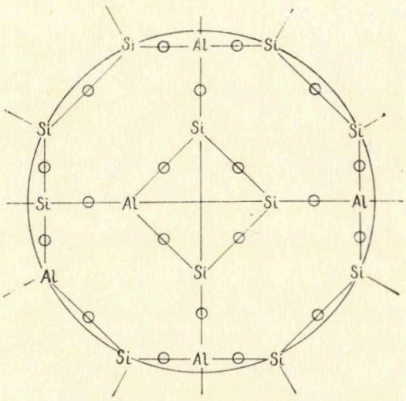


Fig. 1. Celula sodalitică.

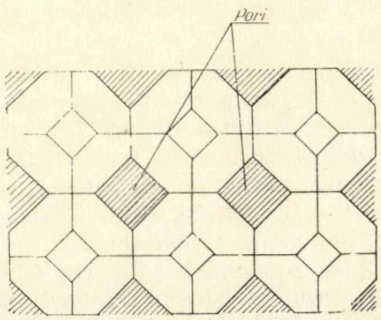


Fig. 2. Structura celulei sodalitice şi legarea acestor celule în cristalul de sodalit.

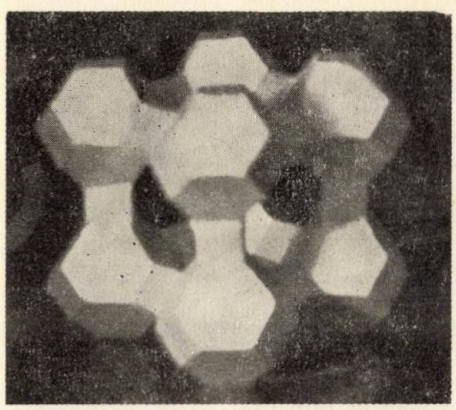


Fig. 3. Structura sitei moleculare *A*.

realizează sitele moleculare de tip *X* şi *Y*. Modul acesta de legare duce la o simetrie analogă diamantului. Porii formaţi prin acest mod de legare au diametrul de 9 Å, pentru sitele moleculare *X* şi *Y* în formele de sodiu, iar cavitatea are un diametru de 11,2 Å (fig. 4).

Pentru alte site moleculare, unitatea structurală de bază o constituie o prismă hexagonală. Astfel, în mineralul chabazit [12], aceste prisme se leagă între ele cu trei muchii în sus şi trei în jos, alternativ, prin punţi de oxigen, formînd o structură cu o simetrie hexagonală (fig. 5).

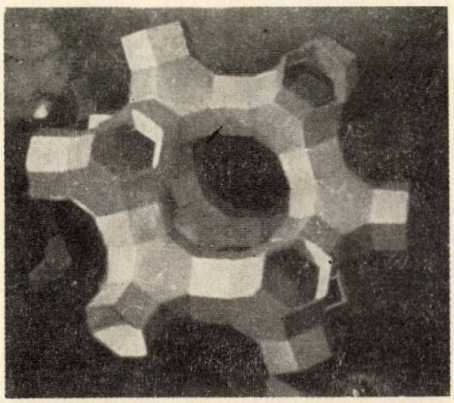


Fig. 4. Structura sitei moleculare *X* şi *Y*.

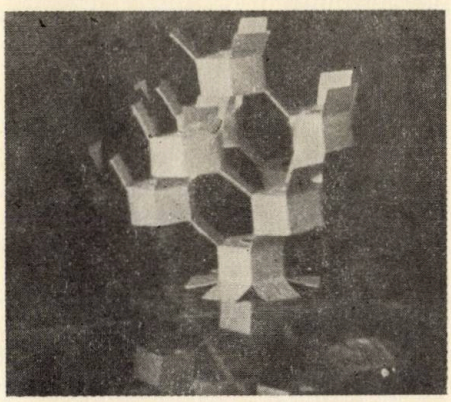


Fig. 5. Structura chabazitului.

Din figurile prezentate şi din cele expuse rezultă că structura cristalină a sitelor moleculare este extrem de „deschisă" [11] şi că circa 50% îl constituie spaţiile libere din interiorul ei, spaţii accesibile pentru adsorbţie sau pentru reacţii catalitice. Rezultă, de asemenea, că structura este foarte bine organizată şi că porii şi cavităţile sînt absolut omogene şi caracteristice pentru fiecare tip de structură.

După cum s-a menţionat, structura cristalină este realizată prin înlănţuirea tetraedrilor de SiO_4 şi de AlO_4 după anumite legi. Întrucît valenţa siliciului este 4, tetraedrul care are în centru un ion de siliciu este neutru din punct de vedere electric. Tetraedrul ce are un aluminiu în centru, a cărui valenţă este 3, nu mai este neutru, ci are o sarcină excedentară negativă, ca rezultat al legării celui de-al patrulea ion de oxigen. Pentru echilibrarea acestei sarcini, la fiecare astfel de tetraedru se asociază (o dată cu sintetizarea sitelor moleculare) cîte un cation monovalent. Din motive sterice, acest cation, ce se află în apropierea tetraedrului cu un aluminiu în centru, este plasat spre

interiorul porilor şi al cavităţilor structurii, perpendicular, astfel încît, de fapt, dimensiunea porilor unei structuri este condiţionată tocmai de numărul şi de natura acestor cationi. Dacă ionii de sodiu se înlocuiesc cu ioni de calciu (sau de alt metal bivalent), acesta, avînd valenţele fixate la tetraedre diferite, distanţate, nu va mai fi plasat chiar în planul porilor, ci în interiorul cavităţilor; distanţa dintre ionii de calciu fiind astfel mai mare, dimensiunea porilor va creşte (în cazul sitei moleculare de tip A). Înlocuirea ionilor de sodiu cu ioni de potasiu are un efect contrar. Aceştia fiind mai voluminoşi şi monovalenţi (r_k = 1,33 Å, γ_{Na} = = 0,95 Å), micşorează dimensiunea porilor sitei moleculare [13—17]. Înlocuirea cu hidrogen fie a unora, fie a altora (sodiu sau cationi bivalenţi) duce totdeauna la creşterea diametrului porilor şi, în general, la creşterea volumului liber din interiorul structurii [12—17].

Pentru determinarea modificărilor dimensiunii porilor prin aceste schimburi există, în principiu, mai multe posibilităţi, ca, de exemplu: determinarea spectrului de difracţie a razelor X în probă [19], din care se pot calcula apoi caracteristicile celulei elementare [20], combinată cu determinarea difuziei razelor X cu unghi mic, pe cristale unice, pentru determinarea poziţiilor cationilor [21], determinarea căldurii de adsorbţie a unor substanţe [22] sau determinarea izotermei de adsorbţie a azotului. Prima combinaţie de metode necesită o aparatură de raze X de mare fineţe, cristale unice, relativ mari, de sită şi un aparataj matematic extrem de complex. Determinarea căldurii de adsorbţie şi a distribuţiei porilor nu permite sesizarea unor diferenţe de 1 Å sau mai puţin, în variaţia diametrului porilor.

Întrucît aceste metode, oarecum clasice, nu au dus la rezultate concludente, s-au căutat alte posibilităţi de caracterizare a dimensiunii porilor. S-a constatat că se pot deosebi unele site moleculare de altele [23—30] prin capacitatea lor de adsorbţie a unor gaze, ca: oxigen, bioxid de carbon sau lichide, ca: apă, benzen, propan şi ciclohexan, capacitate determinată cu ajutorul unei balanţe cu fir de cuarţ [22]. Între anii 1956 şi 1962 o serie de produse cristaline noi, cu proprietăţi de sită moleculară, au fost caracterizate prin determinarea izotermelor de adsorbţie a substanţelor menţionate. Aceste determinări au dus la ideea selecţionării unui număr de substanţe cu secţiune critică cunoscută (sau calculabilă), cu care să se încerce determinarea dimensiunii porilor probelor de sită moleculară pe care s-au făcut schimburi de ioni.

Alegerea condiţiilor în care urma să se facă adsorbţia s-a dovedit a fi de o importanţă deosebită. Astfel, s-a constatat că izobarele de adsorbţie a unor gaze pe sită *A*, trec printr-un maxim (fig. 6), anulîndu-se apoi la o anumită temperatură [31]. Acest fenomen s-a explicat considerîndu-se că diametrul critic minim al acestor molecule variază cu temperatura (adică

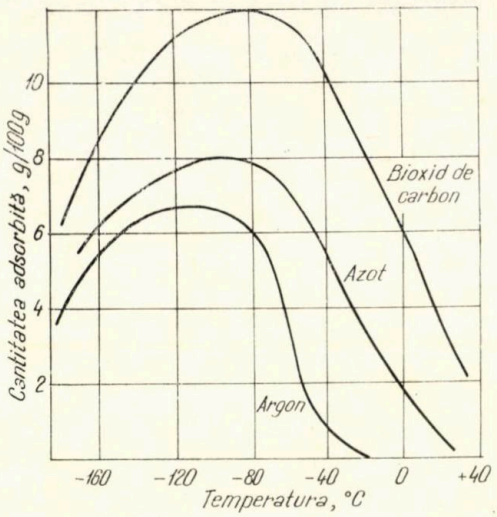


Fig. 6. Izobarele de adsorbţie a unor gaze pe sită moleculară cu pori de 4 Å.

anumite molecule poliatomice, ca bioxidul de carbon, nu pot pătrunde în porii sitei moleculare de tip A cu sodiu decît sub temperatura de 50°C, întrucît peste această temperatură, vibraţiile proprii ale moleculei o fac să „pară" mai mare). Pe de altă parte, dimensiunile cinetice (aparente) ale altor molecule, ca: gaze nobile (Kr, Ar), gaze biatomice (N_2) sau hidrocarburi (CH_4), care au în general formă sferică, se micşorează o dată cu creşterea temperaturii (fig. 7) [32]. Aceste afirmaţii, conform cărora

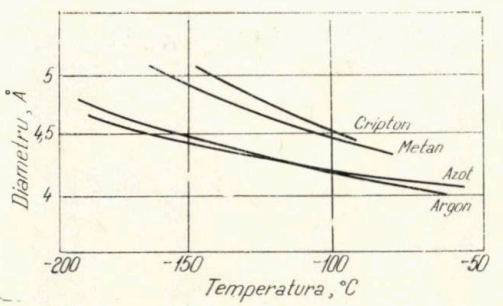


Fig. 7. Dependenţa diametrului critic „aparent" de temperatură.

unele molecule par mai mari, altele mai mici, în funcţie de temperatură, creează o serie de dificultăţi în alegerea substanţelor cu care se va studia adsorbţia. Ca o completare a acestor metode, se recomandă determinarea căldurii de activare a adsorbţiei ca fiind neafectată de vibraţiile moleculei şi de condiţiile cinetice de lucru [31].

Cu toate aceste neajunsuri, metoda de determinare a dimensiunii porilor prin adsorbţie de substanţe cu moleculă de secţiune minimă

TABELA 1

Diametrul minim al unor molecule

Nr. crt.	Substanţa	Diametru critic, Å	Bibliografie	Nr. crt.	Substanţa	Diametru critic, Å	Bibliografie
1	Heliu	2,0	10	12	Etan	4,44	10
2	Neon	3,20	10			4,0	16
3	Argon	3,83	10,16				
4	Hidrogen	2,4	10,16	13	Etenă	4,25	10
5	Oxigen	2,8	10,16			2,4	16
6	Azot	3,0	10,16	14	Ciclopentan	4,35	10
7	Bioxid de carbon	2,8	10,16				
8	Amoniac	3,65	10	15	Benzen	6,8	10
		3,8	16			6,7	16
9	Tetraclorură de carbon	6,88	10	16	Alcool etilic	4,7	10
		6,9	16	17	Tri-*n*-butilamină	9,1	16
10	Hexacloretan	6,88	12,16	18	Apă	3,15	16
11	Metan	4,0	10,16	19	Propan	4,89	16

cunoscută s-a impus, mai ales, după publicarea unor tabele cu dimensiuni moleculare [11], şi a modului de calcul grafic al acestor dimensiuni [11, 32].

În tabela 1, se dau diametrele minime cunoscute din literatura de specialitate, precum şi sursa de unde provin.

După cum se vede din tabela 1, majoritatea moleculelor calculate au diametrul critic în jur de 4 Å. În afară de acestea, în literatură [22] sînt date dimensiuni pentru cîteva substanţe cu fluor în moleculă, cu diametre mai mari, ca : perfluor tri-*n*-butil-amină — 11,5 Å, eter ciclic perfluor-octanic — 7,5 Å.

Cu ajutorul datelor din tabela 1 se pot face aprecieri asupra dimensiunii porilor sitelor moleculare de tip *A*, a căror utilizare în cataliză este însă limitată din cauza dimensiunii mici a porilor acestora. În aceştia nu pot pătrunde decît hidrocarburile liniare (sita de tip *A* cu calciu — pori 5 Å).

Întrucît în literatură este dată metoda grafică de determinare a dimensiunii minime a moleculelor, autorii şi-au propus să verifice metoda, determinînd dimensiunile cunoscute deja pentru o serie de molecule (tabela 1), urmînd apoi să se determine o gamă de diametre critice între 6—12 Å, ale unor molecule, cu care să se facă determinări de dimensiuni de pori la site moleculare de tip *X*, cu diferiţi cationi.

Pentru efectuarea acestor determinări s-au utilizat datele asupra lungimii diferitelor valenţe şi raze coordinative existente în literatură [34, 35]. În tabela 2 se dau o parte dintre aceste dimensiuni.

Cu ajutorul lor, s-au verificat dimensiunile unor molecule (tabela 3). De asemenea, s-a arătat (fig. 8) şi modul de calcul grafic.

Comparînd dimensiunile calculate cu cele găsite în literatură (tabela 3), rezultă o concordanţă bună între valori.

Astfel, pentru apă şi pentru metan, valorile sînt identice. Pentru diametrul minim al moleculei de azot diferenţa este atribuită sursei din care s-a luat diametrul atomului de azot [34], întrucît molecula este prea simplă (biatomică) ca să poată interveni erori de calcul de acest ordin. Aceeaşi explicaţie este valabilă şi pentru cazul moleculei de hidrogen, unde diferenţa este cu un ordin de mărime mai mică.

În cazul moleculei de propan, diferenţa de 0,15 Å, poate fi atribuită greutăţii de însumare spaţială a valenţelor celor trei carboni dispuse

TABELA 2

Lungimea unor valenţe şi a unor raze Wan der Waals

Nr. crt.	Element	Legătura	Raza Wan der Waals, Å	Lungimea valenţei, Å
1	Carbon	$\rangle C - C\langle$	1,8	1,541
		$\rangle C \cdots C\langle$		
		aromatic	—	1,395
		$\rangle C = C\langle$	1,8	1,337
2	Clor	$Cl - C\langle$	1,8	1,761
3	Azot	$\rangle N - C\langle$	1,57	1,47
4	Oxigen	$-O - N\langle$	1,38	1,24
		$O = N-$	—	1,186
5	Hidrogen	$H - C\langle$	1,17	1,07—1,1
		$H - N\langle$	1,17	1,034

TABELA 3

Dimensiunea critică minimă a unor molecule

Substanţa		Apă	Azot	Metan	Hidrogen	Propan
Diametrul, Å	literatură	3,15	3,0	4,0	2,4	4,89
	calculat	3,15	3,14	4,0	2,34	4,74

în tetraedru cu cea a legăturii carbon hidrogen şi a razei Wan der Waals a acestor două elemente. Transpunerea în plan a proiecţiei acestor

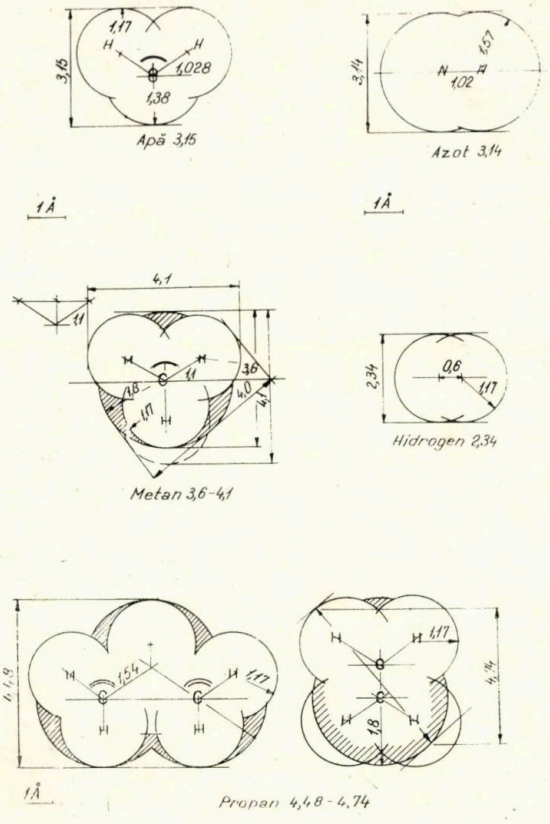


Fig. 8. Diametre critice minime verificate.

valenţe este probabil cauza (în acest caz sau în cazul datelor de literatură) acestei diferenţe.

Verificînd cît reprezintă procentual aceste diferenţe faţă de diametrele minime critice calculate rezultă că abaterile faţă de datele de literatură sînt mai mici de 5 %. S-a considerat această valoare ca fiind probabilă şi în calcularea diametrelor critice pentru molecule mai mari.

Pentru caracterizarea variaţiei diametrului porilor sitei moleculare de tip *X* în timpul schimbului de ioni, s-au ales substanţe care să aibă un nucleu benzenic, cel puţin, acesta facilitînd calculele, întrucît nucleul benzenic are o configuraţie plană, iar cele şase valenţe îndreptate spre exterior se află în acelaşi plan cu ciclul.

În tabela 4, sînt date dimensiunile critice minime pentru moleculele substanţelor astfel alese.

TABELA 4

Diametrul critic minim calculat

Substanţa	Benzen	1,2,4,5-tetrametilbenzen	γ-colidină	1,3,5-trimetilbenzen	5,7-dibromoxichinolină	2,6-terţ-butil-*p*-crezol
Diametrul, Å	6,64	7,4	8,1	8,3	9,2	9,5

Cu substanţele menţionate, printr-o tehnică gravimetrică obişnuită [22, 35, 36], s-au determinat capacităţile de adsorbţie a sitei moleculare *X*, la temperatura ambiantă şi la presiuni sub 2 mm Hg (în domeniul presiunilor O—2 mm Hg, la adsorbţie nu participă decît suprafaţa interioară a sitelor moleculare, datorată porilor şi cavităţilor). Rezultatele acestor determinări (prezentate în figura 9) sînt interesante din punct de vedere structural.

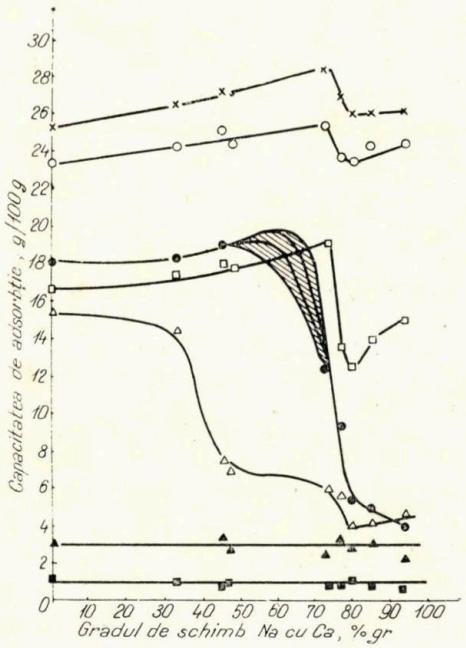


Fig. 9. Variaţia capacităţii de adsorbţie a sitei moleculare *X*, cu gradul de schimb al ionilor de sodiu cu ioni de calciu:

■ — 5,7-dibromoxichinolină; ▲ — 2,6-terţ-butil-para-crezol; △ 1,3,5-trimetilbenzen; □ — 1,2,4,5-tetrametilbenzen; ● — γ-colidină; ○ — benzen; x — apă.

Astfel, urmărind curbele capacităţii de adsorbţie pentru apă, benzen şi 1,2,4,5-tetra-metilbenzen (moleculele ce se adsorb în cantitate mare, indiferent de gradul de schimb), se remarcă faptul că o dată cu creşterea gradului de schimb, capacitatea de adsorbţie înregistrează valori uşor crescătoare pînă la grad de schimb de circa 70—75 %. Aceasta înseamnă că spaţiul liber pentru adsorbţie creşte treptat, fenomen foarte logic dacă se ţine seama de faptul că doi ioni de sodiu, relativ independenţi, sînt substituiţi cu un ion de calciu. Deşi volumul ionului de calciu este puţin mai mare decît cel al ionului de sodiu, el este în orice caz mai mic decît volumul celor doi ioni de sodiu pe care-i înlocuieşte. Deci, din punct de vedere fizico-chimic, fenomenul este explicabil. Scăderea capacităţii de adsorbţie pentru aceste două substanţe, înregistrată cînd ionii de sodiu sînt schimbaţi în proporţie mai mare de 75 % se explică însă şi sub aspect structural, după cum rezultă din cele ce urmează. Dacă

se consideră (fapt dovedit experimental prin studii cu raze X) că distribuţia ionilor de aluminiu printre cei de siliciu se face conform unei anumite probabilităţi, condiţionată de volumul lor uşor diferit, atunci, probabilitatea ca ionii de aluminiu să se găsească pe o diagonală (în cazul feţelor hexagonale) şi în colţurile opuse (pe feţele pătrate) este cea mai mare (fig. 10).

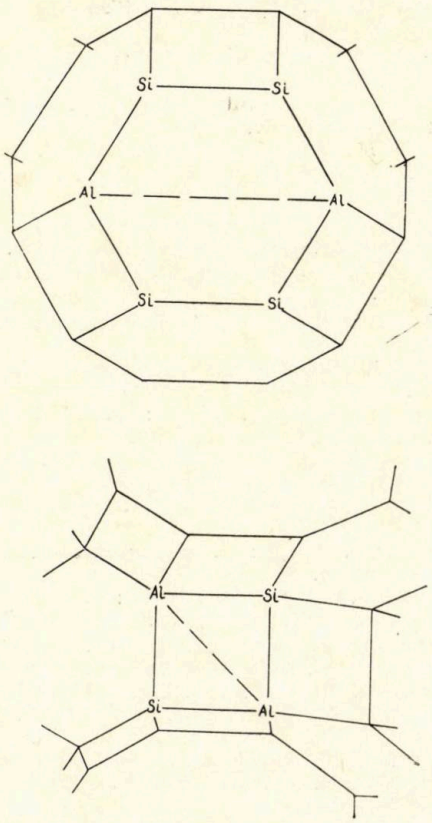


Fig. 10. Distribuţia ionilor de siliciu şi aluminiu în structură.

În acest fel, avînd în vedere faptul că ionii de sodiu sînt localizaţi în jurul ionilor de aluminiu, la schimbarea lor cu calciul, în mod obligatoriu ionii de calciu vor fi mai puternic fixaţi cu o valenţă şi mai slab cu alta sau cu ambele relativ slabe (din cauza distanţei dintre ionii de aluminiu — fig. 10). Aceasta înseamnă că, deşi mai mici ca volum, în comparaţie cu cîte doi ioni de sodiu, ionii de calciu vor fi mai distanţaţi faţă de suprafaţa interioară a sitei moleculare, datorită legăturilor de valenţă slabe, stingherind adsorbţia şi micşorînd spaţiul liber accesibl.

Se face o remarcă specială în cazul adsorbţiei de 1,2,4,5- tetrametilbenzen. Deşi alura variaţiei capacităţii de adsorbţie cu gradul de schimb este similară cu aceea a apei şi a benzenului (fig. 9), totuşi, la un grad de schimb de circa 75—80%, se produce o cădere mai pronunţată a acestei valori. Deşi diametrul acestei molecule este mereu mai mic decît al porilor, moleculaare, totuşi, un volum mai mare decît al moleculei de benzen, ceea ce se reflectă tocmai în variaţia mai pronunţată a capacităţii de adsorbţie, atunci cînd numărul ionilor de calciu pe suprafaţa internă a sitei moleculare trece de o anumită valoare.

Curba care exprimă capacitatea de adsorbţie a 5,7-dibromoxichinolinei de către sita moleculară arată că această substanţă, al cărei diametru critic este de 9,2 Å, nu se adsoarbe pe sita moleculară *X*, indiferent de gradul de schimb. (Cantitatea de circa 1% care se adsoarbe — fig. 8 — se atribuie defectelor de structură şi macroporilor formaţi prin pastilarea probelor). Aceasta sugerează concluzia că porii sitei moleculare de tip *X*, indiferent de gradul de schimb al sodiului cu calciul, sînt mai mici de 9,2 Å.

Cealaltă substanţă studiată, 2,6-diterţbutil-paracrezolul, cu diametrul, de asemenea, mai mare de 9 Å, se adsoarbe în cantitate ceva mai mare, datorită grupărilor butilice terţiare, care au un diametru critic mai mic de 9 Å şi care, pătrunzînd în pori, „ţin" întreaga moleculă „lipită" pe exteriorul cristalelor. Nici adsorbţia acestei substanţe nu este influenţată de gradul de schimb, întărind concluzia trasă în studiul adsorbţiei 5,7-dibromoxichinolinei.

Examinînd ultimele două curbe, aceea a adsorbţiei de γ-colidină şi de 1,3,5-trimetilbenzen, se constată că variaţia dimensiunii porilor nu este liniară cu gradul de schimb. Astfel, dacă pînă la un grad de schimb de circa 45%, practic capacitatea de adsorbţie a ambelor substanţe nu variază prea mult (una creşte puţin, alta scade), peste acest grad capacitatea de adsorbţie a 1,3,5-trimetilbenzenului scade pînă la un grad de schimb de circa 80%. Aceasta înseamnă că schimbarea ionilor de sodiu cu ioni de calciu în proporţie de 45% nu afectează ionii de la suprafaţa interioară a sitei moleculare (poziţiile S_{II}), ci numai pe cei din interiorul structurii (poziţiile S_{II}, S_I şi S'_I — fig. 10).

Din modelul prezentat în figura 10 se vede, totuşi, că ionii de sodiu din poziţiile S_I, S'_I şi S_{II} sînt mai puţin accesibili şi au posibilităţi de migrare mai mică, fiind coordinaţi de două inele de 6 oxigen, faţă de ionii din poziţia S'_{II}, care se găsesc pe „suprafaţă". Totuşi, probabil din motive energetice, ei sînt schimbaţi întîi. Abia după ce majoritatea poziţiilor S_I, S'_I şi S_{II} sînt ocupate cu calciu, începe schimbarea ionilor de sodiu din S'_{II} cu ioni de calciu, schimbare ce atrage după sine modificarea dimensiunii porilor, constatată prin adsorbţia de 1,3,5-trimetilbenzen. Din adsorbţia de γ-colidină, rezultă că schimbul numai la proporţii de peste 70% aduce diametrul porilor la valoarea minimă, care nu mai este afectată de schimbarea ulterioară a ionilor, pînă la un grad de schimb de 94%. Întrucît nu s-au făcut studii pe o probă cu grad de schimb între 50

şi 70%, curba ce reprezintă adsorbţia γ-colidinei în figura 9 a fost extinsă la o suprafaţă care exprimă posibilităţile de trasare a acesteia prin analogie cu celelalte curbe.

Calculînd în mod aproximativ cîte molecule de γ-colidină revin pentru o cavitate a sitei moleculare în cazul valorii maxime a adsorbţiei, se obţine valoarea 3,5. După schimbarea a 80% din ionii de sodiu cu cei de calciu, în cavităţi, conform aceluiaşi calcul, nu mai intră decît 0,5 molecule/cavitate. Aceasta sugerează următoarea explicaţie : în porii ce comunică cu exteriorul (la marginile şi la suprafeţele cristalului) se adsorb grupările — OH ale piridinei, îmbrăcînd cristalul cu un strat de molecule, adsorbite parţial (la un capăt), asemănător cu cel format la adsorbţia celor două molecule cu diametru mai mare de 9 Å.

În cazul 1,3,5-trimetilbenzenului, explicaţia este mai complexă. Schimbarea a 35% din ionii de sodiu cu ionii de calciu atrage după sine scăderea capacităţii de adsorbţie de la circa 2,4 molecule per cavitate, la circa o moleculă. Din punct de vedere structural, înseamnă că schimbarea în această proporţie a ionilor de sodiu nu afectează dimensiunea porilor, ci doar pe cea a cavităţilor, în care nu mai au loc mai mult de o moleculă. Mărirea progresivă a gradului de schimb modifică treptat şi dimensiunea porilor, astfel încît la 75% nu se mai adsoarbe în pori nici o moleculă. Pentru cantitatea mică de substanţă care se mai adsoarbe, totuşi, rolul grupărilor — OH ale γ-colidinei este jucat de grupările — CH_3 ale 1,3,5-trimetilbenzenului, care pot pătrunde în pori.

În concluzie, trebuie de subliniat faptul că dimensiunea porilor sitelor moleculare nu variază liniar cu gradul de schimb, ci în trepte, în funcţie de poziţia cationilor schimbaţi.

Alegerea dimensiunilor porilor are o importanţă deosebită în cazul folosirii sitelor moleculare în procesele catalitice, unde stabilirea unei anumite dimensiuni a acestora, în limitele structurii respective, va duce la reglarea selectivităţii pentru o anumită reacţie.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * Davison-Crosfield Catalist Symposyum. Perthshire, 1969.
2. Hersh, G. Molecular Sieves. Reinhold. Publ. New York, 1962.
3. * * * În : Chemical Week, 18 april. 1964.
4. Bachman, W. A. În: Oil Gaz J., **60**, nr. 14, 1962, p. 97.
5. Zulfugurov, Z. G. Bazele ştiinţifice ale alegerii şi ale preparării catalizatorilor. Traducere din l. rusă, 1964.
6. Roqueral, Fr. şi Roqueral, J. În: Bull. Soc. Ch. France. mart. 1964, p. 635.
7. Neimark, I. E. şi colab. În : Kolloidnîi Journal, **23**, 1961, p. 454.
8. Kirkpatrick, S. D. În: Chemical Engineering. noiemb. 1961, p. 13.
9. Barrer, R. M. În : Helvetica Chimica Acta, **39**, 1956, p. 518.
10. Breck, D. W. În: J. of Chemical Education, **41**, nr. 12, 1964, p. 678.
11. Baur, H. W. În : American Mineralogist, **49**, nr. 5,6, 1964, p. 697.
12. Sokolov, V. A. Site moleculare. Traducere din l. rusă., Ed. tehnică, 1966.
13. Mirski, M. S. şi Maximova, L. M. În : Sinteticeschie zeolitî (culegere de articole), Moscova, 1962, p. 144.
14. Piguzova, L. I. şi Vituhina, A. S. În : Himia i tehnologhia topliv i masel, **6**, 1963, p. 17.
15. Keer, G. T. În : Inorganic Chemistry, **5**, nr. 9, 1966, p. 1 539.
16. Rabo, J. A. şi Pickert, P. E. Brevet S.U.A., nr. 3130 006, 1964.
17. * * * Linde Molecular Sieves, General Information, 1962.
18. Uyterhoeven, J. B. În: J. of Physical Chemistry, **69**, nr. 6, 1965, p. 2 117.
19. Vergnaud, J. M. şi Mange, M. În: Chimie Analitique, **48**, nr. 2, 1966, p. 59.
20. Barrer, R. M. şi Meier, E. În : Trans. Faraday Soc., **54**, 1958, p. 1 074.
21. Howell, P. A. În: J. of Physical Chemistry, **64**, nr. 3, 1960, p. 364.
22. Greene, S.A. şi Poust, H. În : J. of Physical Chemistry, **62**, nr. 1, 1958, p. 55.
23. Breck, D. W. Brevet S.U.A., nr. 3 130 007, 1964.
24. Breck, D. W. Brevet S.U.A., nr. 2 991 151, 1961.
25. Breck, D. W. Brevet S.U.A., nr. 2 995 423, 1961.
26. Milton, R. M. Brevet francez, 1 201 827, 1958.
27. Milton, R. M. Brevet S.U.A., nr. 2 996 358, 1961.
28. Milton, R. M. Brevet S.U.A., nr. 3 010 789, 1961.
29. Barrer, R. M. şi Bynham, V. Brevet S.U.A., nr. 2 056 654, 1962.
30. Breck, D. W. Brevet francez 1 211 594, 1958.
31. Dubinin, M. M. În : Dokladî Akad. Nauk. S.S.S.R., **159**. nr. 1,1964, p. 166.
32. Kvitkovski, L. N. şi Serghienco, S. P. În : Dokladî Akad. Nauk. S.S.S.R., **147**, nr. 6, 1962, p. 1 399.
33. Barrer, R. M. În : Quart. Rewiews, **III**, 1949, p. 293.
34. Hodgman, Ch. D. editor Handbook of Phys. and Chem. Ed. by Rubber Chem. Comp. 1962.
35. Reutov, N. Principiile teoretice ale chimiei organice. Traducere din l. rusă, 1960.
36. Russu, R. şi Petruc, F. În Revista de chimie, **17**, nr. 1, 1966, p. 32.
37. Gothard, Fr. şi Russu, R. În : Buletinul ştiinţific şi tehnic al Institutului Politehnic Timişoara, **10**, nr. 24/1, 1965, p. 59.

Optimizarea deservirii beneficiarilor la staţiile de desfacere a produselor petroliere

Gh. I. Bărbatu, I. Linţă şi V. Drăghia

După cum se ştie, în problema deservirii beneficiarilor apar două puncte de vedere contradictorii, oportunitate (pentru solicitant) şi eficienţă (pentru întreprindere) — care nu pot fi, de obicei, realizate simultan. De aceea o rezolvare corectă trebuie să asigure un efect economic combinat, optim pentru ambele părţi (solicitant, unitate de deservire) ceea ce corespunde unei organizări optime, care să conducă la o eficienţă maximă, în condiţiile unei *solicitări* mari şi ale unui număr *limitat* de mijloace.

În asemenea cazuri, survine, de regulă, o aşteptare şi se formează „un rînd" de solicitanţi sau de probleme ce aşteaptă soluţionarea. Cercetarea mecanismului acestor fenomene implică adoptarea unei „atitudini ştiinţifice faţă de întîmplare" şi în legătură cu aceasta asistăm la cristalizarea unui nou domeniu ştiinţific — teoria deservirii în masă [1]. În curs de elaborare, această disciplină apare în literatura de specialitate sub diferite denumiri, ca: teoria aşteptării (théorie d'attente), teoria cozilor (queing theory, teoria delle code), teoria deservirii (Theorie der Bedienungsprozesse, teoria massovogo obseujivania), teoria aglomerării (congestion theory) [2].

Lucrarea de faţă constituie o încercare de a aplica teoria aşteptării la optimizarea deservirii beneficiarilor la staţiile PECO aglomerate, în perioadele de vîrf, în vederea organizării activităţii acestora în aşa fel, încît să se obţină şi o creştere a rentabilităţii.

Se va lua un exemplu concret. Se presupune că o staţie PECO de alimentare cu benzină C.O.90, dotată cu cinci pompe este solicitată în medie de 48 de maşini pe oră; durata timpului mediu al deservirii unei maşini este de 4 min. Se cere să se determine următorii indicatori de funcţionare:

— numărul mediu de autoturisme aflate în staţie (la alimentare şi la rînd);

— probabilitatea de a găsi toate pompele ocupate;

— durata medie a aşteptării şi durata maximă a acesteia, considerînd $P\ (> t) = 0{,}1$*.

Prelucrînd datele obţinute pentru indicatorii de mai sus să se stabilească apoi ce modificări trebuie aduse sistemului de deservire, pentru îmbunătăţirea deservirii şi pentru mărirea rentabilităţii.

* Peste probabilitatea de a depăşi durata t.

Formulele care se utilizează în cadrul articolului sînt deduse pe baza admiterii existenţei unui flux elementar (poissonian) de intrare a automobilelor în staţia PECO. Se reaminteşte faptul că, pentru a avea un flux poissonian, trebuie îndeplinite următoarele condiţii:

1. Fluxul să fie *staţionar* sau *omogen* în timp, adică probabilitatea de a avea loc un număr determinat de evenimente, într-un interval de timp dat t, nu depinde de originea timpului, respectiv de durata anterioară a procesului de deservire. Rezultă că acesta are în unitatea de timp un număr mediu de autoturisme constant, deci o densitate constantă.

2. Lipsa postacţiunii [3]. Această condiţie arată că maşinile sosesc *independent* unele de altele. Pentru orice valoare a lui $t > 0$, numărul evenimentelor apărute în intervalul $(0,t)$ este o variabilă aleatoare; cum apariţia unui număr mare de maşini într-un interval de timp mic este foarte puţin probabilă, legea de repartiţie ce caracterizează fluxul simplu este legea evenimentelor rare, legea lui Poisson [4].

Dacă se notează cu P_k (t) ($k = 1,2 \ldots n$; $t > 0$) probabilitatea ca în intervalul de timp (0,7) în sistem să intre exact k unităţi, valoarea ei va fi dată de relaţia:

$$P_k = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \quad (k = 0,1,2,3 \ldots n), \qquad (1)$$

în care:

λ — este parametrul fluxului de intrare; numărul mediu de automobile intrate în unitatea de timp;

t — intervalul mediu de timp între două unităţi care intră în sistem;

k — numărul de unităţi (autoturisme) în sistem.

Deci, în cazul fluxului elementar, pentru caracterizarea acestuia este suficient să se determine o singură mărime, parametrul λ, adică numărul mediu de maşini intrate în unitatea de timp, care se consideră constant.

3. Fluxul să fie ordinar [3], adică maşinile să intre la alimentare în staţia PECO una cîte una şi nu cîte două sau cîte trei.

Datele de bază pentru calcul sînt:

$n = 5$; n — numărul de pompe al staţiei PECO;

$\lambda = 48$; λ — parametrul fluxului de intrare; numărul mediu de automobile intrate în unitatea de timp (pe oră);

$\mu = 12$; μ — timpul de deservire a unei maşini egal $(t : t_d)$;

$\alpha = 4$; α — factorul de serviciu egal cu

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$$

Deoarece $\alpha < n$, sistemul admite un regim de lucru stabilizat.

a) *Calculul probabilităţilor celor mai caracteristice stări ale sistemului*

Probabilitatea de a avea zero stări în intervalul t este dată de relaţia :

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n} \frac{\alpha k}{k!} + \frac{\alpha^{n+1}}{n!(n-\alpha)}} = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n} \frac{\alpha k}{k!} + \frac{4^6}{5!(5-4)}} = \quad (2)$$

$$= \frac{1}{42{,}85 + 34{,}13} = 0{,}013$$

iar probabilitatea de a avea un număr de stări mai mare decît numărul de pompe va fi :

$$P_{n+s} = \frac{\alpha^{n+s}}{n!\, n^s} \cdot P_0, \quad (3)$$

în care s este numărul de unităţi la rînd :

$$P_{5+0} = \frac{4^5}{5!\, 5^0} 0{,}013 = \frac{13{,}312}{120} = 0{,}111.$$

S-a determinat deci probabilitatea stărilor $P_k\,(t)$, $(k = 0, 1{,}2 \ldots n)$ pentru orice moment t, păstrîndu-se aceleaşi ipoteze de calcul (adică fluxul de intrare este un flux elementar, iar timpul de deservire are o lege de repartiţie exponenţială negativă).

b) *Calculul probabilităţii formării rîndului*

Probabilitatea ca toate pompele de benzină să fie ocupate este dată de relaţia :

$$P\,(>0) = \frac{n}{n - \alpha} P_n \quad (4)$$

$$P\,(>0) = \frac{5}{1} \cdot P_5 = \frac{5}{1} 0{,}111 = 0{,}555$$

adică există probabilitatea ca jumătate din maşini să aştepte găsind staţia complet angajată (circa 26 de maşini).

c) Numărul mediu de maşini aflate „la rînd" se poate obţine utilizînd relaţia (5), iar numărul maşinilor aflate în sistem, folosind relaţia (6) :

$$m_s = \frac{n}{(n - \alpha)^2} P_n \quad (5)$$

în care m_s este numărul mediu al maşinilor aflate la rînd.

$$m_s = \frac{5 \cdot 4}{(5-4)^2} \cdot 0{,}111 = 2{,}22.$$

Numărul mediu al maşinilor aflate în sistem (aşteptare şi servire) :

$$m_k = m_s + \alpha = 6{,}2. \quad (6)$$

d) Se poate afla *numărul maxim de unităţi* aflate la rînd, dacă se neglijează stările care au probabilităţi mai mici decît o valoare dată, de exemplu $P_{n+k} \leqslant 10^{-3}$,

$$P_{n+k} = \left(\frac{\alpha}{n}\right)^k P_n \leqslant 10^{-3}, \quad (7)$$

$$P_{n+k} = \left(\frac{4}{5}\right)^k \cdot 0{,}111 = 10^{-3},$$

$$0{,}8^k = 0{,}00900,$$

$$k = \frac{\lg 0{,}00900}{\lg 0{,}8} = \frac{\bar{3}{,}95424}{\bar{1}{,}90309} = \frac{-2{,}04576}{-0{,}09691} = 21{,}1,$$

adică cu o probabilitate de 10^{-3} se pot avea pînă la 21 de maşini la rînd.

e) *Durata medie a aşteptării este* :

$$\bar{t}_a = \frac{m_s}{\lambda} = \frac{2{,}22}{48} = 0{,}046 = 2{,}76 \text{ min} \quad (8)$$

f) *Durata maximă a aşteptării* pentru care $P\,(> t) = 0{,}1$, se obţine din relaţia :

$$P\,(t_a > t) = P_{(>0)} \cdot e^{-(\mu n - \lambda)t}, \ (t=0) \quad (9)$$

$$0{,}1 = 0{,}555\ e^{-12t},$$

$$0{,}1 \cdot e^{+12t} = 0{,}555$$

$$t = \frac{\lg 5{,}55}{12 \lg e} = \frac{0{,}74429}{5{,}208} = 0{,}14291 = 8{,}57 \text{min}\,.$$

Pornind de la prezumţia că suma probabilităţilor unui sistem este egală cu unitatea, pe baza indicatorilor de mai sus, se poate trage concluzia că sistemul va face, în general, faţă solicitării cu probabilitatea ca în 90% din cazuri să se aştepte pînă la 8,57 minute, iar în mod cu totul excepţional, cu o probabilitate de $1‰$ (adică o dată la aproape 1,5 luni) să se găsească 21 de maşini la rînd ; în medie însă numărul maşinilor aflate în staţia de alimentare cu benzină C.O. 90 va fi de 6.

Ce se întîmplă, însă cînd se măreşte numărul pompelor de benzină C.O. 90, cu una, cu două sau cu trei bucăţi, respectiv cum influenţează aceasta asupra deservirii beneficiarilor şi asupra volumului de desfacere al staţiei PECO analizate. Rezultatele calculelor efectuate în aceste situaţii cu ajutorul relaţiilor aparţinînd teoriei aşteptării, sînt expuse în tabela 1.

Analizînd datele din tabela 1 se poate observa că mărirea numărului de pompe de benzină C.O. 90 de la cinci la şase bucăţi este cea mai avantajoasă din punct de vedere economic, aceasta aducînd cu sine o mărire cu zece uni-

TABELA 1

Expunerea comparativă a indicatorilor de funcţionare a staţiei PECO, în funcţie de numărul pompelor de benzină C.O. 90

Nr. crt.	Probabilităţi şi indicatori de funcţionare	n			
		5	6	7	8
1	P_0	0,013	0,0166	0,0178	0,0181
2	P_{n+s}	0,111	0,0943	0,0578	0,0293
3	$P(>0)$	0,555	0,2829	0,1348	0,0586
4	m_s	2,22	0,1414	0,0449	0,0146
5	m_k	6,20	4,1414	4,0449	4,0146
6	k	21,10	11,1	7,2	4,8
7	t_a	2,76 min	0,17 min	0,05 min	0,02 min
8	t	8,57 min	2,4 min	0,54 min	—

tăţi a numărului de automobile deservite orar în situaţii de maxim; numărul mediu de maşini aflate la rînd scade cu 2 şi prin aceasta volumul de desfacere creşte în medie cu:

$$2 \times 40 \times 8 \times 365 = 233\,600 \text{ l},$$

respectiv:

$$233\,600 \times 2{,}30 = 537\,280 \text{ lei},$$

în care:

2 = numărul de maşini deservite suplimentar prin aplicarea teoriei aşteptării;

40 = litri de benzina C.O. 90, livraţi în medie unui automobil;

8 = ore, zilnic (ipoteza lucrului la un schimb); evident, în ipoteza lucrului la două schimburi deverul se dublează;

365 = numărul de zile dintr-un an (se lucrează şi sărbătorile);

2,30 = costul unui litru de benzină C.O. 90.

Se observă că o mărire a numărului de pompe peste 6, în exemplul luat, nu este avantajos din punct de vedere economic, întrucît costul unei pompe este de circa 12 000 lei, pe de o parte, iar pe de altă parte, mărirea numărului de pompe cu mai mult de una nu antrenează o mărire suplimentară a deverului.

Ce se întîmplă în situaţia micşorării timpului de deservire cu 1 min, respectiv cum influenţează aceasta principalii indicatori de funcţionare ai staţiunii PECO respective.

Rezultatele calculelor sînt redate în tabela 2.

Se observă că, în timp ce numărul maşinilor care solicită staţia de deservire rămîne neschimbat ($\lambda = 48$), la fel ca şi numărul pompelor de alimentare cu benzină C.O. 90 ($n = 5$), în varianta micşorării valorii lui t_d de la 5 la 4 min, se modifică parametrii μ şi α, $\mu = 15$, iar $\alpha = 48/15 = 3{,}2$.

TABELA 2

Expunere comparativă a indicatorilor de funcţionare a staţiei PECO, în funcţie de mărimea timpului de deservire

Nr. crt.	Probabilităţi şi indicatori de funcţionare	t_d, min		
		5	4	3
1	P_0	0,013	0,036	0,009
2	P_{n+s}	0,111	0,101	0,059
3	$P(>0)$	0,555	0,280	0,113
4	m_s	2,22	0,156	0,043
5	m_k	6,20	3,356	2,5
6	k_k	21,10	10,55	5,5
7	t_a	2,76 min	0,19 min	0,05 min
8	t	8,57	2,28	0,13 min

Analizînd datele din tabela 2, se poate observa că, pentru exemplul ales, reducerea timpului de deservire de la 5 la 4 min are practic acelaşi efect asupra indicatorilor de funcţionare a staţiei PECO, asupra beneficiarilor şi asupra deverului ca şi mărirea numărului de pompe de alimentare de la 5 la 6 bucăţi, prezentată în tabela 1. Opţiunea pentru o variantă sau cealaltă depinde de condiţiile locale existente la un moment dat, respectiv de costul instalării unei pompe în plus sau de nivelul salariului afectat unui salariat suplimentar pentru reducerea timpului de deservire la nivelul preconizat. Se observă, de asemenea, că reducerea timpului de deservire cu mai mult de 1 min, care antrenează după sine o mărire a fondului de salarii, nu mai are motivare economică.

Aşa după cum s-a arătat în cuprinsul lucrării, calculele au fost efectuate în anumite condiţii, ipotetice — fluxul poissonian, legea de repartiţie a timpului de deservire, o lege exponenţială negativă, la $t = 0$, toate canalele libere şi lucrul în condiţiile echilibrului statistic (regim staţionar).

Dacă se renunţă la condiţiile ipotetice preconizate, respectiv dacă sistemul de deservire (staţia PECO) nu se pretează la existenţa unui flux poissonian, atunci problema se complică simţitor, iar calculele devin foarte laborioase şi apare necesitatea apelării la dispozitive tehnice de calcul, respectiv la aplicarea teoriei simulărilor.

Concluzii

În lucrarea de faţă, care se înscrie pe linia tendinţelor de introducere a matematicilor în producţie, se aplică formulele de bază ale teoriei aşteptării, pentru optimizarea deservirii beneficiarilor şi pentru mărirea deverului la o staţie PECO, de desfacere a produselor petroliere. În exemplul considerat, pe baza rezultatelor obţinute se arată că folosirea metodei elaborate în prezentul articol, adică mărirea numărului de unităţi de deservire (pompe de

benzina C.O. 90) cu una sau micşorarea cu 1 min al timpului de deservire, conduce la creşterea volumului de desfacere cu circa 500 000 lei anual, pe o staţie în condiţiile admise.

Metoda permite analiza dimensionării corecte a staţiilor PECO de desfacere a produselor petroliere cu pompe de alimentare şi cu personal de deservire care acţionează prin intermediul reducerii timpului mediu de deservire la obţinerea unor beneficii peste plan.

În cazul unor staţii care sînt aglomerate în tot timpul anului, sînt recomandabile oricare dintre cele două variante studiate pentru exemplul luat. În cazul unor staţii care au vîrf de desfacere numai în lunile de vară (cum este situaţia, de regulă, pe litoral), apare mai recomandabil, în cazul exemplului studiat, folosirea variantei a doua, care constă în reducerea timpului de deservire prin angajare de personal sezonier.

BIBLIOGRAFIE

1. Ciucu, G. Elemente de teoria probabilităţilor şi statistica matematică. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1963.
2. Dobrin, V. Elemente de teorie a deservirii în masă. Editura militară, Bucureşti, 1969.
3. Hincin, A., Iu. Raboti po matematiceskoi teorii massovogo obslujivania, Gosudarstvennoe izdatelistvo fiziko-matematiceskoi literaturî, Moskva, 1963.
4. Kaufmann, A. şi Cruon, R. Les phénomènes d'attente. Dunod, Paris, 1961.
5. Saaty, T. L. Mathematical methods of operations research. Traducere în limba rusă. Matematiceskie metodî issledovania operaţii. Voennoe izdatelistvo Ministerstva Oboronî, Moscova, 1963.

Robinete cu cep sferic cu trecere uniformă pentru conducte de gaze

P. A. Junev şi R. F. Usvatov

În ultimul timp, se construiesc din ce în ce mai mult în lume conducte de gaze care se disting printr-o eficacitate mare, o funcţionare neîntreruptă, o siguranţă ridicată şi o întreţinere simplă.

În prezent, gradul de utilizare a gazului în economia unei ţări este considerat un criteriu al nivelului de dezvoltare. O influenţă importantă asupra eficacităţii funcţionării conductelor de gaze este exercitată de organele de oprire, ce pot întrerupe curentul de gaz rapid şi sigur sau să-i schimbe sensul, asigurînd în acelaşi timp pierderi de sarcină minime, un debit ridicat şi o întreţinere uşoară. Astfel de organe, ce corespund la maximum exigenţelor, sînt robinetele cu cep sferic cu trecere uniformă.

Posedînd toate calităţile esenţiale ale robinetelor cu cepuri conice (trecere uniformă, pierderi de sarcină reduse, contact reciproc permanent al suprafeţelor de etanşare, volum redus), robinetele cu cep sferic au în plus avantaje importante: rezistenţă ridicată şi rigiditatea corpului, etanşeitatea perfectă şi comandă simplă.

În practica mondială, se cunosc două scheme structurale de robinete cu cep sferic de o utilizare largă, şi anume: robinete cu cep flotant şi robinete cu cep pe rulmenţi.

Robinetele cu cep flotant sînt mai răspîndite, faptul fiind explicat prin structura lor simplă şi siguranţa de funcţionare ridicată. La aceste robinete, cepul este legat de tija de comandă astfel, încît să permită deplasarea liberă a primului în raport cu tija. Aceasta face ca cepul să devină flotant, el este aplicat puternic pe inelul de etanşare de partea de joasă presiune sub efectul presiunii diferenţiale a fluidului, presiunea specifică fiind obţinută datorită diferenţei de presiune dintre amontele şi avalul dispozitivului de oprire.

Robinetele cu cep cu rulmenţi sînt prevăzute cu un cep ce se sprijină pe rulmenţi, inelele de etanşeitate fiind presate pe cep prin efectul presiunii fluidului sau prin resorturi. În acest caz, inelele de etanşare nu sînt supuse la acţiunea totală a fluidului, acţionînd pe suprafaţa dispozitivului de oprire; aceste eforturi sînt preluate de rulmenţi.

Analiza comparativă a robinetelor cu cep sferic şi a celor cu cap flotant, arată că, în cazul secţiunilor convenţionale considerabile ce se utilizează la conductele de gaze, acestea din urmă sînt mai avantajoase. În prezent, Uniunea Sovietică este gata de a fabrica o serie de robinete cu cepuri sferice flotante, cu treceri convenţionale uniforme de 300, 400, 500, 700, 1 000 şi de 1 200 mm, pentru presiunea de 64 at.

Robinetele considerate pot fi utilizate atît ca organe de oprire pe conductele de gaze de

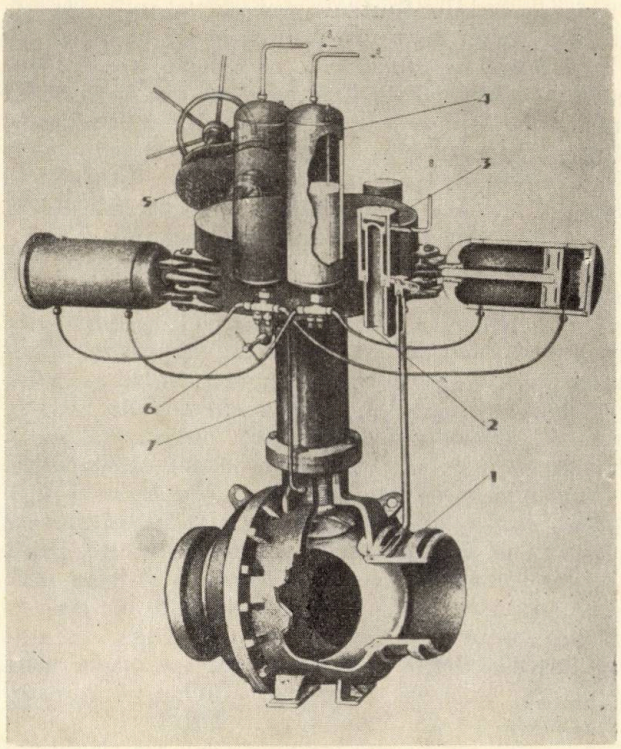


Fig. 1. Robinet cu cep sferic:
1. Ansamblul robinetului. *2.* Multiplicator utilizat pentru aducerea unsorii pe suprafeţele de etanşare sferică. *3.* Comanda hidropneumatică. *4.* Ajutaj hidraulic. *5.* Comanda manuală de duplicaţie. *6.* Gresor servind la aducerea unsorii în camera garniturii de etanşare. *7.* Prelungitor. *8.* Venirea gazului de la instalaţia de comandă.

mare presiune, cît şi pe liniile tehnologice ale grupurilor de compresoare din staţiile de comprimare, la instalaţiile de distribuire şi de colectare a gazului, precum şi la alte instalaţii ale industriei de gaze. Ele pot fi utilizate pînă la o presiune de 64 at şi la o gamă de temperatură variind între −40°C şi + 80°C pe conducte cu următoarele fluide: gaz natural, gaz secundar, gaz de ţiţei şi gaz artificial. Robinetele funcţionează normal, atît în încăperi cît şi sub cerul liber, la temperaturi cuprinse între −40°C şi +40°C, asigurînd o închidere bună a conduc-

telor de gaz. În acest caz, etanşeitatea perfectă a dispozitivului de oprire este de mare importanţă, din cauză că fluidul este toxic şi inflamabil şi formează cu aerul un amestec exploziv.

Concepţia structurală a acestor robinete, precum şi fabricaţia îngrijită asigură o etanşeitate a dispozitivului de oprire corespunzător de prima clasă a Standardului GOST 9544—66, la o diferenţă de presiune între amonte şi aval de pînă la 64 at, pe oricare dintre părţile dispozitivului de oprire (cea mai înaltă etanşeitate prevăzută).

Corpul robinetului este compus din două părţi executate din oţel carbon, cu un conţinut de carbon inferior la 0,3% şi o rezistenţă la tracţiune depăşind 45 kgf/cm^2. Cepul este, de asemenea, din oţel carbon, dar inelele de etanşare sînt din fontă de mare rezistenţă. Inelele sferice între care este amplasat cepul sferic flotant sînt montate în locaşurile respective din corpul robinetului. Etanşeitatea în ansamblul inele/corp, precum şi contactul permanent dintre inele şi cepul sferic se obţin prin inele de cauciuc de secţiune circulară, instalate în şanţuri speciale executate pe suprafeţele de la capul exterior al inelelor de etanşare.

Rotirea cepului sferic se face printr-o tijă introdusă în corpul robinetului şi printr-un manşon flotant. Axa este etanşată în corp prin garnituri care se ung periodic în timpul utilizării cu ungere consistentă sub presiune, printr-un gresor special. Partea superioară a gîtului ce adăposteşte tija este prevăzută cu o flanşă pe care se fixează comanda robinetului.

Robinetele cu cepuri sferice cu trecere uniformă sînt concepute pentru a fi întrebuinţate ca organe de oprire pe conductele de gaze. În poziţie deschisă, ele asigură o trecere uniformă pentru fluid, adică secţiunea de trecere în interiorul robinetului este analogă cu cele ale tronsoanelor de conductă pe care este montată, în ceea ce priveşte forma, dimensiunile secţiunii şi direcţia curentului.

Această structură asigură (cel puţin) două posibilităţi importante:

— pierderi de sarcină locale reduse;

— posibilitatea de curăţare mecanică, cu dispozitive foarte simple, ce vor fi introduse prin robinetele cu cepuri sferice datorită trecerii uniforme.

Deplasarea dispozitivului de oprire a robinetului din poziţia „deschis" în poziţia „închis" şi invers se efectuează prin rotirea cepului sferic cu un sfert de revoluţie, în raport cu axul său.

Robinetele sînt prevăzute cu un sistem de ungere, asigurînd aplicarea de unsoare consistentă pe suprafeţele de etanşare sferice ale dispozitivului de oprire, pentru a se preveni formarea de şpanuri, pentru a reduce eforturile de rotaţie a cepului şi pentru a asigura o etanşeitate perfectă a dispozitivului de oprire.

Presiunea necesară pentru aducerea unsorii pe suprafeţele de etanşare ale dispozitivului de oprire este obţinută prin multiplicatoare instalate pe robinete şi acţionate de gaz. Numărul multiplicatoarelor de pe fiecare robinet nu depinde de secţiunea lui de trecere.

Robinetele cu cep sferic cu trecere uniformă sînt prevăzute cu dispozitive de comandă, făcînd posibilă comanda robinetelor de la distanţă, ca şi cea locală, atît în prezenţa gazului, cît şi în absenţa lui din conductă.

Din punct de vedere constructiv, dispozitivele de comandă montate pe brida superioară a corpului robinetului cuprind un motor acţionat de energia gazului şi un reductor mecanic. Acesta din urmă serveşte în acelaşi timp şi la comanda manuală de duplicare, prin care se poate închide robinetul în absenţa gazului în conductă sau în caz de pană a sistemului ce aduce gaz la motor.

Puterea comenzilor mecanice este suficientă pentru a asigura deschiderea robinetului la o diferenţă de presiune de cele două părţi ale dispozitivului de oprire cuprinsă între limitele 10 şi 64 at. Eforturile ce se aplică la comanda manuală de demultiplicare la o diferenţă de presiune la cap de 60 at nu depăşesc 30 kgf.

Dispozitivele de comandă sînt prevăzute cu praguri ce limitează rotirea cepului sferic al robinetului la un sector de 90°.

Ansamblurile de comandă de la distanţă cuprind fiecare trei valve electromagnetice cu trei căi, dintre care două efectuează aducerea gazului spre dispozitivele de comandă, pentru închiderea şi deschiderea robinetului, iar a treia comandă sistemul de ungere, aducînd gazul spre multiplicatoare. Valvele sînt alimentate de la o reţea electrică de curent continuu, cu tensiunea de 110 V. Ele sînt prevăzute, de asemenea, cu pîrghii de comandă manuale. Deconectarea unei valve electromagnetice la sfîrşitul rotirii cepului sferic, precum şi semnalizarea poziţiilor extreme ale dispozitivului de oprire se fac cu ajutorul unor întrerupătoare electrice de sfîrşit de cursă instalate pe robinete.

Robinetele cu cepuri sferice cu trecere uniformă se sudează la conductele de gaz. Acest mod de fixare garantează o siguranţă ridicată, în condiţii de utilizare neîntreruptă, de lungă durată, lucru foarte important pentru conductele de gaze.

Robinetele pot fi instalate pe conducte de gaze subterane sau aeriene.

În primul caz, între robinet şi dispozitivul de comandă se montează o coloană şi o prelungire a tijei de comandă, care permit acţionarea robinetului de la sol. În acest fel, nu este nevoie de construirea unui puţ special. Robinetul se acoperă cu un material izolant împreună cu conducta, pentru a fi instalat direct în sol. În cazul montajului pe o conductă aeriană se

elimină prelungirile intermediare. În ambele cazuri robinetele sînt prevăzute cu tălpi de sprijin construite în corpul sapei. Aceste tălpi se pot utiliza pentru montajul robinetului pe fundații speciale. Robinetele cu cepuri sferice cu trecere uniformă sînt construite din materiale a căror calitate este confirmată prin certificate.

Ca regulă generală, îmbinările sudate se fac automat și sînt controlate cu atenție.

Etanșeitatea perfectă depinde de calitatea suprafețelor sferice de etanșare ale dispozitivului de oprire a robinetului. Pentru a se obține această etanșare, cepul sferic și inelele de etanșare sînt prelucrate pe mașini de precizie și apoi rodate împreună cu un echipament special.

Fiecare robinet asamblat este supus la încercări de rigiditate, de perfecțiune de montaj, de etanșeitate și de funcționare. Verificarea materialelor și a îmbinărilor se face la o presiune de 96 at, iar cel de etanșare, la 64 at.

Unul dintre robinetele cu cep sferic cu trecere uniformă a fost prezentat la Expoziția Realizărilor Economiei Naționale și a primit medalia de aur. Un robinet analog a fost expus la Expoziția internațională de la Budapesta, în mai 1969, unde a atras atenția vizitatorilor și a reprezentanților mai multor firme străine.

NOTE TEHNICE

EVOLUȚIA EXPLOATĂRILOR ZĂCĂMINTELOR DE PETROL ȘI GAZE DIN ZONELE MARINE

În ultimul timp, oamenii de știință vorbesc tot mai mult despre începutul erei de dezvoltare a resurselor oceanice, explicabil dacă ținem seama de amploarea luată în prezent de exploatările marine.

La început, activitatea de exploatare s-a desfășurat doar în apropiere de țărm în zonele inundabile și mlăștinoase din delta fluviului Mississipi din Luisiana, în jurul anilor 1930—1940, urmate de exploatările în lacul Maracaibo (Venezuela) și pe coasta Oceanului Pacific la Elwood (California).

Datorită progresului înregistrat de tehnica forajului, s-a putut trece la o exploatare sistematică a unor zone întinse și la adîncimi din ce în ce mai mari, fapt care a mărit dificultățile și totodată, cheltuielile de explorare și exploatare.

Evoluția de pînă acum îndreptățește părerea că viitorii zece ani vor fi probabil martori ai extinderii operațiilor de exploatări petroliere marine, dincolo de platforma continentală, în apele adînci de 1 200—1 800 m.

Activitatea intensă de exploatare care se desfășoară în prezent în zonele marine, are ca obiectiv diversificarea surselor de aprovizionare cu țiței și gaze și pregătirea în vederea asigurării pentru viitorul mai îndepărtat a unei surse abundente de hidrocarburi care să suplinească în mod corespunzător rezervele de pe uscat.

Referitor la gazele naturale, producția acestora din zonele marine nu poate fi rentabilă decît dacă există debușeuri în apropierea coastei, deoarece transportul la mare distanță nu este rentabil.

Producția de petrol obținută în prezent din sondele marine se ridică la circa 1 mil. m^3, adică la 17% din producția mondială.

Din rezerva totală de țiței cunoscută în prezent, care este de 70 miliarde m^3, aproape 21% este situată sub suprafața mării. Se estimează ca în anul 1990 producția marină să fie de 4,8 mil. m^3, adică va constitui 44% din nevoile mondiale.

Țările unde exploatarea marină urmează să ia amploare în deceniul viitor, sînt: Indonezia, Noua Zeelandă, Republica Sud-Africană, Bulgaria și Marocul.

În prezent, din inițiativa a patru mari institute oceanografice din S.U.A., s-a elaborat un proiect „Joides", care prevede forarea unui număr de 66 de sonde în ape adînci pînă la 6 000 m — cu scopul cercetării fundului oceanelor Atlantic și Pacific pentru determinarea vîrstei depozitelor sedimentare și modului de formare a bazinelor marine adînci, cercetarea crestelor munților care se extind între paralela de 40^0 N și 30^0 S de pe fundul Oceanului Atlantic și a vulcanilor submarini.

Carotajele mecanice vor fi folosite pentru investigări privind paleomagnetismul și depozitul de noi zăcăminte. Activitatea de exploatare marină se întinde în prezent și în regiunile cele mai greu accesibile, ca Marea Beaufort și arhipelagul nordic canadian, pînă în strîmtoarea Smith, separînd țara Ellesmere de Groenlanda.

Principalele zone de activitate a exploatărilor marine sînt următoarele:

Europa

Pînă în prezent, în urma explorărilor marine efectuate s-au găsit cantități industriale de gaze în Marea Nordului. Astfel, în zona afectată Olandei, după descoperirile de la Slohteren, la sfîrșitul anului 1975 producția de gaze va crește pînă la 40—50 mrd. m^3.

Se estimează că Marea Britanie, care a obținut prima producție de gaze în 1967 din zăcămintele marine, va extrage în anul 1970 circa 20 mrd. m^3, iar în anul 1980 circa 41 mrd. m^3.

Și în apele Norvegiei, la circa 240 km de Stavangher și de țărmurile Danemarcii și Scoției, s-au mai descoperit încă două zone productive.

O activitate intensă se desfășoară și în zonele marine din Europa de Sud: Portugalia, Franța, Spania.

Astfel, în Marea Mediterană, lîngă golful Lyon, s-au descoperit zăcăminte în zona denumită Mistral, la circa 175 km sud-vest de Marsilia.

Foraje marine s-au efectuat și în golful Biscaya (Gascogne). Pînă în prezent, Franța este una dintre puținele țări care au realizat foraje marine de mare adîncime (pînă la 5 000 m).

Recent s-au efectuat explorări și în platforma continentală italiană a Mării Adriatice între localitățile Rimini și Ravena, unde s-au descoperit și pus în exploatare zăcăminte de gaze naturale. Gazele exploatate sînt distribuite în orașele Forli, Faenza Cesena și Forlipopoli, printr-o conductă de 8 inci și 12 km lungime.

Zăcămintele din Marea Adriatică superioară totalizează pînă în prezent rezerve de circa 60 mrd. m^3 gaze naturale. Tot în zona Mării Adriatice, la gura fluviului Pad, Italia dispune de zăcăminte de gaze cu rezerve importante (Corsini, Garibaldi, Sangro).

În apele grecești, firma Texaco a efectuat prima concesiune marină pentru o zonă de circa 5 000 km^2 în golful Thermaikos. În partea răsăriteană a Mării Mediterane, în platforma continentală a Israelului, s-au găsit structuri de interes.

Lucrările de explorare au pus în evidență zăcăminte submarine și în Marea Neagră, prima lucrare fiind executată de R.P. Bulgaria la Tiulenovo. Alte zăcăminte au fost descoperite în fața capului Caliacra. U.R.S.S. întrevede începerea unor lucrări în apropierea orașului Odesa și în Marea de Azov.

Turcia are în perspectivă unele lucrări în apele Bosforului.

În Marea Caspică se face de mult exploatarea zonelor marine. Astfel, prima instalație plutitoare de foraj (insulă plutitoare) a fost concepută și constituită la Baku. Ea a fost denumită „Apșeron" și permite să se foreze în soluri situate la adîncimea apei de 2 200 m.

În prezent, se termină la Baku montajul unei noi instalații de foraj plutitoare „Kasar", care se va putea depărta în mare la o distanță apreciabilă.

Zone promițătoare în U.R.S.S. există și lîngă litoralul Mării Baltice și într-o mare parte din litoralul Oceanului Înghețat de Nord, în zona arctică, în Marea Kara.

Lucrări de prospecțiuni au fost efectuate și în Marea Bering, pe o suprafață de 777 000 km^2 de la insula Pribolov spre Nord, pînă la un punct situat la 160 km Nord de Nome.

Asia

Zona care pare destinată a fi centrul prospectării în deceniul viitor, este regiunea asiatică a Pacificului. Aceasta se întinde de la Thailanda pînă în Tasmania și pînă la coasta Coreei de Sud.

Se prevede ca în cursul anului 1970 să înceapă lucrările de explorare pe platforma continentală a Japoniei. Este prevăzută forarea a 32 de sonde pînă în anul 1974, în zona din jurul Hokkaido, în lungul coastei Pacificului, la Honshu și în partea de N—V a Mării Japoniei.

O altă explorare este proiectată într-o zonă marină de 7 500 km^2, pe țărmul vestic al Oceanului Pacific în largul coastelor Qatarului.

Producția anuală de țiței a fost ridicată de la 340 m^3, în 1954 la 860 m^3 în anul 1968, iar cea de gaze a fost mărită de la 140 mil. m^3 la 2 100 mil. m^3.

În Japonia se obține producție din lucrările efectuate în nordul Chinei și în apropierea portului Nagasaki. Dar și bazinul Oceanului Indian și al mărilor adiacente prezintă interes pentru noi descoperiri de zăcăminte petroliere, din care numai Iranul are în prezent șapte zăcăminte în apele golfului Persic (în largul coastelor Iraniene, lîngă Kuweit, coasta Piraților, Mascatei, Omanului etc.).

O altă zonă productivă se află în Indonezia, pe coasta de N—E a Sumaterei, la N—V de Java și Kalimantan (Burnei, Borneo). Se fac exploatări și în Marea Djavei între Kalimantan și Malaysia, extremitatea de N—E a insulelor Celebes, Moluce și Iranul de Vest.

Pe coasta de Vest a Indiei se obține producție din golful Bombay și Combay.

Africa

Fişia de la strîmtoarea Gibraltar pînă la capătul cel mai sudic al Africii, va deveni cunoscută în cursul deceniului al optulea al erei noastre, pe măsură ce se vor efectua o serie de prospecţiuni.

Fişia nu se va termina aici, ci se va întoarce spre nord din Africa de Sud, ridicîndu-se de-a lungul coastei Mozambicului trecînd pe lîngă Tanzania, Kenya şi Etiopia, în Marea Roşie.

În prezent se obţine producţie în golful Guineei (Gabon, Nigeria), în apropiere de ţărmul Angolei şi în Marea Roşie.

Recent a început exploatarea industrială a şantierului marin Cabinda, cu un debit de 4 770 m³/zi (circa 1,5 mil. t/an). Aceasta este rezultatul unei activităţi întreprinse pe coasta de Vest a Africii, în Angola. În anul 1970, producţia va atinge 7,5 mil. t/an.

În afară de Portugalia, ţiţeiul din Cabinda va fi exportat în Japonia şi Europa de Vest.

Exploatări intense se fac în golful Suez, în largul Mauritaniei, Dahomeyului, Senegalului, Ghanei, Kamerun-ului şi Congo-ului. În Mediterană se fac exploatări în golful Syrtelor, iar în largul Republicii Sud-Africane, între Capetown şi Port Elisabeth, s-au descoperit zăcăminte de gaze.

America de Nord

Cele mai intense zone prospectate din întreaga lume, sînt bazinele sedimentare din zona continentală a Statelor Unite. Zonele marine şi Alaska reprezintă însă pentru Statele Unite aproape 4,15 mil. km² de roci sedimentare, în care posibilităţile unor descoperiri sînt promiţătoare.

În regiunile mai îndepărtate există încă 6,2 mil. km² de roci posibil petrolifere, inclusiv 2,6 mil. km² în insulele Arctice descrise ca cel mai mare bazin neexplorat din emisfera occidentală.

Primele lucrări de exploatare marine s-au efectuat în golful Mexic, dar aproape consecutiv s-au efectuat foraje şi pe platforma continentală a statului California.

În Alaska, exploatările importante sînt în partea de S—V la Anchorage şi în golful Cook. În aceste zone, debitul pe sonde este de 30 de ori mai mare decît al sondelor din Luisiana.

Se estimează că rezervele de la Prudhol Bay, de pe malul Oceanului Arctic sînt de 800 mil. m³ ţiţei şi 2 miliarde m³ gaze (cel mai mare zăcămînt descoperit în America de Nord).

În prezent se fac exploatări în zonele arctice ale Canadei şi Alaska, în zonele soclului continental (din vecinătatea liniei de coastă pînă la o adîncime de 304 m).

Exploatările de pe coasta de Nord a Canadei se întind în Marea Beaufort (delta fluviului Mackenzie), forajele efectuîndu-se în trei bazine, înglobînd insulele din nordul ţării; bazinul Melville (insulele Melville, Prince of Walles şi Bathurst); bazinul Sverdrup (insula Axel, Heiberg, ţara Ellesmere) şi bazinul Foxe (insula Baffin).

În zona mexicană marină, la Arenque, vis-à-vis de portul Tampico, pe o distanţă de 100 km de-a lungul coastei la circa 20 km în larg, s-au găsit indicaţii de ţiţei. Explorări intense s-au făcut şi în golful Panama şi în zona Mării Caraibilor, unde este în proiect construirea unor instalaţii în valoare de 200 mil. dolari, pentru prospectarea de noi zăcăminte.

America de Sud

În cadrul Americii Latine, Peru este prima ţară producătoare de ţiţei, avînd o producţie de aproximativ 119 mil. m³ în 1966.

În America de Sud se fac exploatări în lungul coastei pacifice şi atlantice a Columbiei, Equador, Peru, Chille şi Argentina.

Peru este singurul stat producător de ţiţei marin de pe coasta de vest a Americii de Sud, în urma prospecţiunilor din apele Pacificului, între Lima şi Talara.

Recent s-au obţinut rezultate interesante în Brazilia şi în Golful Guadanahara.

Australia şi Oceania

Cea mai importantă realizare din ultimii 75 de ani de cercetări pentru descoperirea de zăcăminte în Australia o constituie rezervele prospectate din strîmtoarea Bass.

Rezultate pozitive s-au obţinut şi pe coasta de N—V în zona Barrow şi în S—V a Noii Guinee (Papua).

Se fac explorări şi în M. Coralilor, în Noua Zeelandă şi în largul portului New Plymouth, în bazinul Blenheim, lîngă Wellington şi în bazinul Gippsland, la Barracouta.

Se presupune că rezervele marine ar putea reprezenta peste 10 miliarde tone.

În prezent, specialiştii consideră că aproximativ o cincime din rezervele mondiale de ţiţei se găsesc în platformele continentale. Trebuie menţionat faptul că suprafaţa continentelor reprezintă circa 150 mil. km², iar a platformelor continentale pînă la 200 m adîncime totalizează circa 27,4 mil. km², iar fundurile mărilor şi oceanelor, între 20 şi 1 000 km², reprezintă 15,5 mil. km², deci suprafaţa totală marină în care se pot găsi zăcăminte de hidrocarburi totalizează aproape aria continentului Asiei.

Toate semnele indică pentru deceniul viitor o intensă activitate de exploatare în zonele marine, dar trebuie să se aibă în vedere faptul că atît factorii politici, cît şi cei economici, previzibili şi neprevizibili, vor exercita o influenţă apreciabilă asupra direcţiei în care se va îndrepta prospectarea marină.

Pe măsura dezvoltării tehnologiei tot mai avansate şi, deci, a extinderii cercetării în largul mărilor şi oceanelor rămîne fără răspuns o problemă importantă, cine este proprietarul rezervelor marine, cum îşi vor împărţi ţările între ele, zonele marine cu rezerve de hidrocarburi.

PRODUCŢIA DE PETROL ÎN DECENIUL 1959—1969 A ŢĂRILOR CAPITALISTE ŞI ÎN CURS DE DEZVOLTARE

TABELA 1

Ţările	1959		1969		Creştere, %
	mil. t.	%	mil. t.	%	
Capitaliste	417,5	48,4	593,4	33,0	142,1
În curs de dezvoltare	446,1	51,6	1 177,2	67,0	263,9
Total:	863,6	100,0	1 770,6	100,0	205,0

Din datele publicate şi sintetizate în tabela 1, se constată un proces intens de creştere a rolului ţărilor în curs de dezvoltare în producţia mondială de petrol.

Astfel, dacă în anul 1959 ţărilor în curs de dezvoltare le revenea ceva peste 50% din producţia totală de petrol, în anul 1969 cota de participare a acestora creşte la 67 %. Din creşterea totală de 907 mil. t petrol în deceniul scurs, ţărilor în curs de dezvoltare le revin 731 mil. t sau peste 80%, iar celor capitaliste numai circa 20%. Totodată, din aceleaşi date publicate, rezultă că Orientul Apropiat şi Mijlociu şi Africa participă la creşterea totală de producţie cu un procent de 69%.

De subliniat faptul că în deceniul analizat, în Orientul Mijlociu au fost explorate rezerve suplimentare de petrol cu un volum de 16 mrd. t, la care se adaugă încă aproape 6 mrd. t în Libia şi Algeria, încît la sfîrşitul anului 1969 rezervele de petrol ale Orientului Apropiat şi Mijlociu şi ale Africii se cifrează la 37 mrd. tone, reprezentînd două treimi din rezervele mondiale de petrol. Or pînă în prezent aici mai sînt neexplorate mari şi promiţătoare structuri petrolifere. Astfel, se presupune existenţa în centrul Golfului Persic a unui uriaş zăcămînt submarin, iar în Irak se prospectează structura Rumailah-Nord, bănuită a fi una din cele mai bogate a Orientului Mijlociu.

În anul 1967 în patru ţări — Irak Arabia Saudită, Iran şi Kuweit — s-au extras 433 mil. t petrol, adică tot atît cît şi în S.U.A, numai că producţia respectivă în S.U.A. a fost extrasă din 566 869 sonde, iar în ţările menţionate din 1395 sonde. În anul 1967 rentabilitatea investiţiilor din Orientul Apropiat reprezintă 57 %, iar în Libia — 64%. Acest fapt, de altfel, este motivul activităţii intense a monopolurilor de petrol străine în ţările aflate în curs de dezvoltare.

DOCUMENTARE

* * * **Petrolul în Iran** În: Petroleum Press Service, **XXXVII**, nr. 7 iul. 1970, p. 265.

Revista anuală a operaţiilor Consorţiului în Iran publică o dare de seamă asupra producţiei petroliere în Iran în anul 1969.

Producţia de petrol în Iran în anul 1969 a fost de 3 108 031 barile/zi (în anul 1970 a atins 3,5 mil. barile/zi), deci cu 14,3% mai mult decît în 1968; zăcămîntul de la Marun a adus o contribuţie majoră la această creştere a producţiei. Zăcămintele de la Agha Jari, Marun, Koranj şi Paris (ţiţei uşor) au produs 562 mil. barile (68 puţuri) şi cele de la Gachsaran (ţiţei greu) 246 mil. barile (26 puţuri).

La sfîrşitul anului 1969, producţia a crescut la 3 833 000 barile/zi. Capacitatea de depozitare a staţiei terminale de la Kharg a fost mărită la 11 188 000 barile prin instalarea primului rezervor din lume care poate conţine 1 mil. t. De asemenea, portul Kharg a fost astfel modificat pentru a putea primi tancuri de petrol de 250 000 tdw.

Exportul de petrol a fost în medie de 2 557 000 barile/zi, deci 125,7 mil.t şi mai mult de jumătate a fost exportat în Asia de est. Japonia a fost principalul importator (47% deci 58,9 mil.t). Iranul a exportat, de asemenea, petrol în Europa (31,7 mil. t) şi în Africa (3,7 mil. t).

În rafinăria de la Abadan au fost tratate 409 476 barile/zi, deci, 19 965 782 t. Cantitatea de produse finite exportate a fost de 10,7 mil. t.

Explorările efectuate în 1969 au fost deosebit de fructuoase; au fost descoperite două noi zăcăminte de petrol uşor cu un conţinut redus de sulf şi un important zăcămînt de gaze naturale. Un foraj efectuat la Sarkan în Lurestan, la 125 km sud de Kermanshah a descoperit un strat de petrol în formă de coloană de 500 m, în două rezervoare. Localitatea Sarkan este situată la numai 15 km distanţă de Maleh Rub, unde s-a descoperit petrol în 1968, ceea ce confirmă importanţa acestei regiuni.

* * * **Industria de petrol din Sicilia în dezvoltare** În: Petroleum Press Service, **XXXVII**, nr. 6, iun. 1970, p. 228.

Sicilia este pe cale de a deveni un centru important de rafinare şi petrochimie. Cu toate că ea nu constituie decît circa 8,7% din suprafaţa Italiei, a importat în primele şapte luni ale anului 1969 peste 15 mil. t ţiţei, deci, circa 26% din totalul importului italian de ţiţei. Exportul de produse petroliere în primele şapte luni ale anului 1969 a crescut cu 20,1%, atingînd cifra de 7,6 mil. t: 2 688 000 t petrol lampant, cu 15% mai mult decît în aceeaşi perioadă a anului 1968, 2 554 000 t motorină, cu 22% mai mult şi 1 647 00 t produse uşoare, cu 32,4% mai mult.

Deoarece petrolul libian este mai economic, rafinatorii sicilieni adaptează rafinăriile lor sau construiesc altele pentru a-l trata. De exemplu, Sincat construieşte o uzină la Priolo, care va putea produce 250 000 t/an parafină, precum şi o uzină pentru producerea cocsului de petrol.

Anic (ENI) măreşte capacitatea rafinăriei de la Gela pînă la 6 mil. t/an. Uzina societăţii Liquichimica Augusta de la Melilli va fi terminată la sfîrşitul acestui an şi va produce 300 000 t/an parafină. Societatea Mediteranea Rafineria Siciliana Petroli măreşte capacitatea rafinăriei sale de la Milazzo de la 11,5 la 17 mil. t/an. Societatea Ente Minerario Siciliana va construi o rafinărie şi o uzină petrochimică la Termini Imersse.

În petrochimie, Anic construieşte mai multe uzine la Gela, care vor intra în funcţiune la sfîrşitul acestui an: o unitate de alkilaţie de 350 000 t/an, extinderea capacităţii de producere a etilenei de la 90 000 la 200 000 t/an, extinderea capacităţii de producere a acronitrilului de la 17 000 la 26 000 t/an, o unitate de purificare a propilenei cu o capacitate de 150 000 t/an şi o uzină pentru producerea polipropilenei, cu o capacitate de 40 000 t/an. Tot la Gela se va extinde capacitatea de producţie a aromatelor de la 80 000 la 150 000 t/an, se va construi o uzină pentru producerea diclorurii de etilen, cu o capacitate de 20 000 t/an şi o alta pentru producerea polietilenei de densitate mare, cu o capacitate de 40 000 t/an. De asemenea, se va mări capacitatea de producţie a polietilenei de densitate joasă a uzinelor de la Ragusa la 160 000 t/an. Pentru transportul etilenei de la Gela la Ragusa, se va construi o conductă. Se va mări capacitatea de producţie a aromatelor de la rafinăria de la Priolo, la 600 000 t/an, iar cea de producere a orto- şi paraxilenului a fost mărită la 190 000 t/an. De asemenea, se proiectează extinderea capacităţii de producere a oxidului de propilen şi a derivatelor.

M o r d v i n o v, C. A., Ş a r i p o v, A. H. **Reducerea numărului de ruperi ale prăjinilor de pompare.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 6, iun. 1970, p. 43.

Cauzele ruperii prăjinilor instalaţiilor de pompare de adîncime se datorează condiţiilor de fabricaţie şi de exploatare, de aceea măsurile pentru reducerea numărului de ruperi trebuie să fie îndreptate, dacă este posibil, asupra schimbării acestor condiţii.

Pentru a reduce numărul de ruperi ale garniturii de pompaj de fund se poate controla calitatea prăjinilor de pompare în cursul fabricării lor şi starea prăjinilor în timpul funcţionării în sondă, controlul realizîndu-se pe cale indirectă.

Conform cu datele experimentale se stabileşte repartiţia în timp şi în lungul garniturii a ruperilor. Apoi, din condiţia extracţiei petrolului cu cheltuieli minime la capitolele „consum de prăjini de pompare" şi „intervenţii la sonde" se determină durata de exploatare a prăjinilor şi ordinea în care trebuie înnoite tronsoanele în garnitura de prăjini de pompare.

I a f a r o v, A. U. **Capacitatea energetică specifică de dislocare prin aşchiere a rocilor.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 6, iun. 1970, p. 5.

În articol se definesc următoarele noţiuni legate de acţiunea de aşchiere dintre sapă şi rocă: momentul specific de aplicat şi lucrul volumetric specific de dislocare urmărit, noţiuni necesare pentru proiectarea caracteristicilor energetice ale motoarelor de fund şi pentru estimarea eficienţei efectului de dislocare a rocilor.

Se arată, de asemenea, că necesitatea aplicării la sapă a unei energii exterioare este impusă de frecarea dintre armarea sapei şi rocă, că frecarea frontală reprezintă 95 — 98% din forţele de acţionare aplicate sapei şi că pe măsura adîncirii sondelor, lucrul volumetric de dislocare creşte datorită creşterii frecării dintre sapă şi rocă.

Pentru a mări eficienţa acţiunii de dislocare prin aşchiere a rocilor, trebuie îmbunătăţit randamentul caracterizat prin raportul dintre rezistenţa frontală opusă de rocă şi frecarea frontală a tăişului, ceea ce va duce la o mărire a vitezei mecanice de foraj în acelaşi timp cu o reducere a vitezei de uzură a armării sapei.

L e r n e r, R. S. ş.a. **Utilizarea industrială a petrolatumului oxidat pentru îmbunătăţirea proprietăţilor lubrifiante ale fluidelor de foraj îngreuiate.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 7, iul. 1970, p. 14.

Se arată avantajele practice obţinute în urma tratării cu petrolatum oxidat a fluidului de foraj îngreuiat, printre care se subliniază:

1) adaosul de petrolatum oxidat contribuie la îmbunătăţirea indicatorilor tehnici şi economici de foraj şi la mărirea rezistenţei lagărelor sapelor;

2) pentru fluidul de foraj cu greutate specifică de 1,90—2,00 gf/cm^3, conţinutul optim de petrolatum oxidat este de 1,5 — 2,0%; el contribuie la mărirea cu 16,8% a duratei de lucru a sapei pe talpă, cu 26,0% a avansării pe sapă şi cu 16,2% a vitezei mecanice de foraj;

3) uzura căilor de rulare, a bilelor şi a rolelor lagărelor sapei cu trei conuri este cu 15 — 60% mai redusă;

4) adaosul de petrolatum oxidat contribuie la prevenirea înţepenirii sau aşezării în gaură a garniturii de foraj şi exclude necesitatea tratării cu petrol brut a fluidului de foraj.

Mehtiev, E. H. ş.a. **Cercetarea proprietăţilor elastice ale cauciucului utilizat la sondele în foraj.** În :Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 7, iul. 1970, p. 16.

În articol se prezintă rezultatele cercetărilor avînd drept obiectiv determinarea deosebirilor în comportare şi proprietăţile elastice ale cauciucului aflat la temperatură normală şi presiune atmosferică şi respectiv supus la presiuni de 500—1000 kgf/cm² şi temperatura de 75°C, care corespund, în general, condiţiilor de lucru în gaura de sondă a utilajelor şi sculelor de fund prevăzute cu piese componente din cauciuc (inele Bettis şi garnituri diferite). Pentru încercări s-a utilizat cauciucul protector fabricat din cauciuc sintetic nitril (CKH-26). Cercetările au dus la următoarele concluzii :

1) comprimarea tridimensională pînă la 1000 kgf/cm² provoacă o creştere apreciabilă a forţei axiale necesare deformării epruvetei, pentru marca de cauciuc încercat această forţă fiind cu 23—25% mai mare decît forţa analogă în condiţiile presiunii atmosferice ;

2) încălzirea pînă la 75° C reduce cu circa 40 — 45% forţa axială necesară subţierii cu 2,5 mm a epruvetei de cauciuc ;

3) în funcţie de raportul între presiune şi temperatură, precum şi a formei epruvetei, acţiunea conjugată a compresiunii şi temperaturii poate provoca o reducere a proprietăţilor elastice ale cauciucului, o mărire a lor sau eventual menţinerea lor fără modificări.

Gladkov, I. T., Istomina, A. Z. **Mişcarea amestecului de gaze-petrol în lifturile de erupţie.** În :Neftepromîslovoe delo, nr. 6, iun. 1970, p. 14—16.

Autorii au efectuat cercetări pentru a determina legile de mişcare a gazelor în curentul amestecului de gaze-petrol din lifturile de erupţie. În articol se prezintă formulele care permit determinarea vitezei medii de mişcare a amestecului în lifturile sondelor în erupţie, ţinînd seama de alunecarea fazelor şi de raportul vitezelor de mişcare a gazelor şi petrolului. Se mai arată că pentru verificarea formulelor găsite, ele au fost aplicate la calculele pentru determinarea presiunilor dinamice de fund la sondele în erupţie, ajungîndu-se pe această cale la elaborarea unei noi metode de calcul a presiunilor de fund la sondele în erupţie. Se expune pe scurt principiul noii metode găsite.

Dilbazi, Z. G., Asadov, A. I. **Determinarea aproximativă a presiunii de saturaţie după datele cercetărilor de schelă cînd** $P_{cap.\ er.} < P_{sat.} P_{fund.}$ În : Neftepromîslovoe delo, nr. 6, iun. 1970, p. 11—13.

Se descrie metoda pentru determinarea aproximativă a presiunii de saturaţie bazată pe datele măsurărilor pe intervale a presiunilor în găurile sondelor.

Rezultatele cercetărilor de schelă arată că punctul de inflexiune a curbei se află la adîncimea la care se produce degajarea din petrol a gazelor dizolvate, respectiv, că punctul respectiv corespunde presiunii de saturaţie.

Dadaş-zade, A. M. Guseinov, K. M. **Formarea dopurilor de nisip în sondele exploatate cu două pompe de extracţie în tandem.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 7, iul. 1970, p. 22.

În articol se prezintă rezultatele cercetărilor efectuate pentru a preciza influenţa exploatării simultane şi separate a două strate cu două pompe de extracţie în tandem asupra frecvenţei formării dopurilor de nisip.

Rezultatele cercetărilor efectuate au fost prelucrate cu ajutorul metodelor statisticii matematice.

S-au determinat astfel, perioada medie între intervenţiile necesare numai pentru curăţirea sau spălarea unui dop, cît şi înălţimea medie a dopurilor de nisip.

Rustamov, M. S. **Mărirea duratei de funcţionare a pompelor de extracţie tip TB.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 7, iul. 1970, p. 23—26.

În articol se descrie o nouă construcţie de pompă de extracţie, caracterizată prin intercalarea între cămăşile lungi din fontă sau oţel a unor inele scurte din oţel nitrurat marca 38 HMIuA (oţel cu Cr, Mo şi Al). Această metodă duce la mărirea duratei de funcţionare a cuplului piston—cămăşi. Se dau rezultatele cercetării parametrilor optimi ai inelelor şi cămăşilor utilizate pentru formarea cilindrului noii construcţii de pompă, rezumate în următoarele concluzii :

1) rezistenţa cea mai mare la uzură o oferă cuplul din cămăşi de oţel nitrurat şi piston cromat, prezentînd un indice convenţional de rezistenţă la uzură egal cu 0,37 (în comparaţie cu indicele cuplului etalon cel mai slab, considerat egal cu 1,0) ;

2) combinarea în cuplu a cămăşilor din fontă (l = 250 mm) şi inelelor din oţel nitrurat (l = 25 mm) cu piston cromat prezintă o viteză de uzare ceva mai mare (indice convenţional 0,42) ;

3) cu scurtarea lungimii inelelor din oţel nitrurat intercalate între cămăşile de fontă în cuplul cu piston cromat viteza de uzare creşte ;

4) durata medie de funcţionare a pompei de construcţie nouă este de 2,2 ori mai mare decît a pompelor de extracţie tip NGNI-4 (pompă de serie normală).

Balakirov, Iu. A. ş.a. **Estimarea cantitativă a razei de propagare a undei termice după curbele de variaţie a temperaturii de fund.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 6, iun. 1970, p. 37—41.

Cercetarea condiţiilor de temperatură a sondelor şi stratelor, bazată pe aplicaţia efectelor de laminare (efectul Joule-Thomson) din timpul curgerii în zăcămînt a petrolului şi gazelor, permite obţinerea informaţiei cu privire la starea hidro- şi termodinamică a colectoarelor aflate la distanţe mari faţă de obiectele cercetate.

Pentru estimarea cantitativă a razei de propagare a undei termice în procesul de perturbare a regimului staţionar al cîmpului termic din zăcămînt, se propune o formulă, cu ajutorul căreia s-au efectuat numeroase calcule pentru diferite zăcăminte de petrol şi de gaze din cuprinsul U.R.S.S. Calculele au arătat eficienţa mare a cercetărilor privind stările de temperatură a sondelor şi stratelor, cercetări care în prezent capătă o extindere tot mai mare pe cîmpurile petrolifere şi gazeifere ale Uniunii Sovietice.

Iacobson, R. L. şi Mc Coy, C. S. **Reformarea cu catalizator de platină—reniu măreşte conţinutul de hidrocarburi aromatice al produselor.** În : Hydrocarbon Processing, **49**, nr. 5, mai 1970, p. 109.

Utilizarea catalizatorului de platină-reniu în instalaţiile de reformare a demonstrat că acest proces poate să aibă loc şi la presiuni mici, între 10,5 şi 21 at, în condiţii foarte severe de lucru şi cu o durată foarte lungă de timp între regenerările catalizatorului. Se realizează astfel o creştere a cantităţii de materie primă care se prelucrează, o mărire a randamentului de reformat şi a cifrei sale octanice, precum şi o creştere a cantităţii de hidrogen în gazele de reformare. Aceste avantaje importante se obţin datorită activităţii şi stabilităţii superioare ale catalizatorului de Pt—Re.

Efectul cel mai semnificativ al acestui catalizator în procesul de reformare la presiune joasă este însă creşterea intensităţii reacţiei de cilizare a hidrocarburilor parafinice o dată cu creşterea severităţii condiţiilor de lucru, în timp ce intensitatea hidrocracării marchează o creştere neînsemnată.

Reformarea cu catalizator Pt—Re constituie o cale economică pentru producerea concentratelor aromatice necesare industriei chimice.

Pentru producerea concentratelor de benzen, toluen şi xilen, cu 95—98% aromatice, reformarea cu catalizator Pt — Re urmată de distilarea produselor oferă avantaje economice mai importante faţă de reformarea cu catalizatori convenţionali, urmată de procesele necesare de extracţie şi distilare.

Prima instalaţie industrială de reformare de acest fel construită de Standard Oil la rafinăria El Segundo din California, care a intrat în funcţiune în ianuarie 1970, a folosit o materie primă cu un conţinut bogat în hidrocarburi naftenice şi a obţinut un randament de 83,9% produs reformat, chiar în condiţiile severe impuse de cifra octanică 100 F neetilat. În tabela 1 se pot vedea şi operaţiile curente ale unei instalaţii de reformare din rafinăria Perth Amboy

a societății Chevron Oil, proiectată pentru capacitatea de 1760 m³/zi.

TABELA 1

Performanțele instalațiilor Reniforming

	El Segundo		Perth Amboy	
	materie primă	produs reformat	materie primă	produs reformat
C_5 + cifra octanică F—1 neetilat	66,7	100	47	100
C_5 + randament, % în volume	—	83,9	—	76,4
Tipul hidrocarburilor, în volume %:				
Parafinice	30	27	51	30
Naftenice	66	1	35	1
Aromatice	4	72	14	69
H_2 randament pic. 3/baril	—	1 740	—	980
Presiunea în reactor, at	—	14	—	28,7
Durata de funcționare, luni	—	9	—	8

* * * **Gazele naturale în U.R.S.S.** În: Petroleum Press Service, **XXXVII**, nr. 7, iul 1970, p. 262.

Producția de gaze naturale în Uniunea Sovietică cunoaște o dezvoltare fără precedent, nu numai ca activitate de explorare și mărimea producției, dar și prin construcția unor conducte, pe distanțe foarte mari. În luna iunie, Ekonomiceskaia Gazeta a publicat unele cifre grăitoare.

În cursul primului trimestru al anului 1970, producția de gaze naturale a totalizat 50 500 mil. m³, cu 8% mai mult decît în primul trimestru al anului 1969. Cea mai importantă creștere a producției a fost înregistrată datorită zăcămintelor recent exploatate din Ucraina, Turkmenistan și Kazahstan. Lungimea totală a rețelei de conducte depășește cifra de 63 000 km; prin aceste conducte s-au transportat 45 000 mil. m³ în primul trimestru al anului 1970. La începutul acestui an, 40% din populația urbană a Uniunii Sovietice și 16% din populația rurală au fost aprovizionate cu gaze naturale. În primul trimestru, încă 70 000 de locuitori au fost racordați la rețeaua de gaze naturale.

Planul de construcții de conducte pe anul 1970 cuprinde terminarea conductei de la Astara-Raradag, extinderea rețelei transcaucaziene cu alți 400 km, terminarea conductei între Kiew și regiunile de vest ale Ucrainei și construirea unui tronson de 500 km conductă în Kirgizstan și Kazahstan.

Programul prevede pozarea și a unei a doua conducte de 830 km din Asia Centrală Sovietică în centrul Rusiei europene și unei a doua conducte de gaze de 550 km lungime, de-a lungul conductei principale Otil-Ukhta-Tovzhok.

Gubin, V. E., Stepaniughin, V. N. **Sporirea capacității de transport în cazul pompării prin conducte a petrolului cu viscozitate și punct de congelare ridicate amestecat cu soluții apoase de agent activ de suprafață.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 6, iun. 1970, p. 49—53.

Aplicînd relația coeficientului de rezistență hidraulică la pomparea petrolului și produselor petroliere în amestec cu soluții apoase de agent activ de suprafață (AAS), se rezolvă problemele legate de mărirea capacității de transport a conductelor prin utilizarea unui tronson intercalat cu diametru mai mare, sau a unei derivații de ocolire, ori a dublării numărului stațiilor de pompare.

Se deduce că intercalarea unui tronson cu diametrul mai mare pentru pomparea petrolurilor cu viscozitate și punct de congelare ridicate, amestecate cu soluție apoasă de AAS prezintă eficiență mai mare în comparație cu metodele curente de pompare, dar numai în cazul unui anumit raport între lungimile tronsonului intercalat și a conductei. De asemenea, se stabilește că eficiența în cazul derivației de ocolire este o funcție directă de raportul lungimilor derivației și conductei, iar dublarea numărului stațiilor de pompare este eficientă în regim izotermic de pompare.

SCURTE ȘTIRI

Stadiul final al construcției conductei de gaze naturale Iran — U.R.S.S.

Lucrările pentru construcția acestei conducte, în lungime de 1 104 km, care va colecta gazele din regiunea gazeiferă Agha Jari din sudul Iranului și le va transporta spre nord, către frontiera irano-sovietică (punctul de frontieră Astara), se apropie de faza finală.

Cei 1 089 km de conductă construită pînă în prezent, va fi supusă lucrărilor de probă la presiune în următoarele două luni. În primul an se vor transporta 65 mrd. m³ gaze, cantitate care va fi mărită pînă la 109,5 mrd. m³/an.

Creșterea producției de țiței în U.R.S.S

În primul trimestru al anului în curs s-a obținut un spor de 11% față de aceeași perioadă a anului 1969, realizîndu-se în total o producție de 84,8 mil. t. Acest spor se datorește creșterii producției de țiței cu 93% în Siberia occidentală, cu 88% în Kazahstan și cu 65% în R.S.S. Bielorusia. În aceeași perioadă de timp s-au descoperit noua zăcăminte metanifere și șase petrolifere. În regiunile aflate în curs de exploatare au fost identificate noi strate productive. Cercetările geologice din zona Volgograd au relevat posibilități optime de exploatare a petrolului, în special în zona dintre Antepovo și Cercerbakovsk.

Producția de țiței în R.P. Bulgaria

Autoritățile bulgare au comunicat că producția de țiței a anului 1969 a fost de 325 157 t, ceea ce reprezintă cu 31,5% mai puțin decît în anul 1968, cînd a înregistrat 474 545 t.

O nouă conductă sovietică de țiței spre R.P. Ungară

O a doua conductă pentru transportul țițeiului din U.R.S.S. în R. P. Ungară va fi pusă în construcție în acest an și va fi terminată în 1976. Conducta va avea o lungime de 290 km, de la Uzgorod din Uniunea Sovietică și pînă la Százhalombatta, pe Dunăre, la sud de Budapesta, unde se găsește și punctul terminus al primei conducte de țiței sovietice spre țările din Europa de est. Prin această conductă, R.P. Ungară primește țiței sovietic din anul 1962 (în anul 1969 a primit 3,7 mil.t. Construcția necesită pozarea a 37 000 t țevi sudate în spirală, cu diametrul de 23,5 in (600 mm) și grosimea pereților de 8 mm. Aceste țevi vor fi fabricate în R.P. Ungară. Concomitent au început și lucrările de dublare a capacității rafinăriei de la Százhalombatta care va prelucra pînă la 6 mil. t/an la finele anului 1965. De asemenea, se va construi și o nouă rafinărie de 6 mil. t/an la Leninvaroș, situată la jumătatea traseului conductei din zona maghiară. Lucrările vor începe în 1975, iar prima unitate cu o capacitate de 3 mil. t/an va intra în funcțiune în 1976.

Construcția conductei de țiței Adria—Wien

Această conductă, care va lega magistrala Trans-Alpine cu Viena, este actualmente una dintre cele mai importante construcții de conducte din Europa. Lungimea ei este de 444 km, diametrul de 18 in (457.2 mm), grosimea pereților de la 6,35 la 9,52 mm și presiunea maximă de lucru 90 at.

În anumite puncte specifice, numărul stațiilor de pompare va fi de patru la început și de 11 în final; capacitatea pompelor va fi mărită de la 12 600 kW la început pînă la 38 000 kW în final,

iar capacitatea de depozitare va fi de 4 rezervoare a 50 000 m³ fiecare, pentru debitul de transport de 10 mil. t/an.

Activitatea mondială de foraj

Țările vestice, fără S.U.A. și Canada, vor înregistra un număr de sonde forate în 1970 cu 7,8% mai mare decît în 1969, totalizînd 4 700 sonde noi, față de 4 358 sonde forate în 1969. Majoritatea creșterilor vor avea loc în Africa și Extremul Orient. Pentru teritoriile africane se numără în primul rînd Nigeria, unde se vor fora 300 de sonde noi, față de 170 de sonde în 1969. În Extremul Orient sînt prevăzute 260 de sonde marine în Australia, față de 251 în 1969, și 90 de sonde noi în Indonezia față de 70 în 1969. În America de Sud situația va fi staționară, cu 1 440 sonde pentru 1970, față de 1 437 în 1969. În S.U.A. s-a prevăzut forarea unui număr de 7 110 sonde noi, cu 10 sonde mai puțin ca în 1969, an în care s-a înregistrat o creștere de 7,4% față de 1968.

Prospectări pentru hidrocarburi cu participare străină în R.S.F. Iugoslavia

În afară de întreprinderile jugoslave de prospectare, un număr de opt firme străine au arătat interesul lor pentru prospectările din Muntenegru, și anume: patru firme din S.U.A. și cîte o firmă din Canada, Italia, Franța și Olanda. Este probabil ca lucrările de prospecțiune în această regiune să continue cu participarea firmelor străine solicitatoare.

În Muntenegru, prospecțiunile începute în anul 1949 au continuat pînă în anul 1965, cînd au fost întrerupte din lipsă de fonduri, după ce s-au cheltuit 80 mil. dinari noi. Zona cea mai promițătoare este cea din nord-vestul Republicii Muntenegru, în jurul localității Buljarica.

Acord iugoslavo-francez pentru explorări în Marea Adriatică

Întreprinderea de stat iugoslavă INA-NAFTAPLIN a încheiat un acord cu societatea franceză de explorări marine NEPTUNE, ca două platforme de foraj marin ale acestei societăți, care au executat foraje de explorare pe platforma continentală a Italiei, să foreze trei pînă la cinci sonde marine în largul insulei Dugi Otok. Forajele vor începe în a doua jumătate a anului 1970. Pentru alegerea amplasamentelor, societatea Neptune a efectuat cercetări extensive geologice și geofizice, în ultimii ani, care au costat 40 mil. dinari. Amplasamentele alese sînt situate la distanța de 10—50 km de insula Dugi Otok, unde adîncimea apelor este de 60—70 m. Cea de-a doua sondă forată a atins în februarie 1970 adîncimea de 3 000 m, unde a găsit urme de țiței. Rezervele sigure de gaze au fost estimate la 22 mrd. m³. Pentru următorii doi ani, forajele de explorare vor fi concentrate în Adriatica.

Noi platforme de foraj marin în Adriatica

În largul coastei italiene a Mării Adriatice, între Ravena și Cervia, au intrat în funcțiune două noi platforme de foraj marin, Garibaldi A și Garibaldi B, pentru firma italiană AGIP. Alte trei platforme de foraj: Agostino A, Cervia și Amalia vor începe activitatea pînă la finele acestui an. Aceste platforme cu două etaje pot lucra în ape cu adîncim pînă la 35 m și sînt executate din tuburi metalice în forma unei structuri rectangulare, care pătrund în fundul marin pînă la adîncimea de 45—55 m de la suprafața apei. Platformele pot fi adaptate și pentru producție, în care scop sînt dotate cu aparatură de telecomandă și tele-măsurare pentru controlul de pe uscat fără prezența personalului de bord. Fiecare platformă poate fora pînă la 12 sonde, cu înclinarea pînă la 90° de la verticală.

Descoperirea unui zăcămînt de țiței pe platforma continentală a Norvegiei

Societatea Phillips Petroleum, forînd pentru un consorțiu format din Petrofina, ENI și grupul franco-norvegian, a descoperit primul zăcămînt de țiței exploatabil din Marea Nordului, pe platforma continentală a Norvegiei. Nu se dau indicații asupra presiunii și debitului, măsurate la proba de producție a sondei, dar acest rezultat, combinat cu urmele de țiței întîlnite în această zonă de forajele efectuate pentru grupul Gas Council — Amoco în apele Scoției, întăresc optimismul asupra existenței unor bogate zăcăminte de țiței în această parte a Mării Nordului.

AGIP explorează în Arabia Saudită

Întreprinderea italiană AGIP a început forarea primei sonde de explorare în Arabia Saudită, într-un perimetru de 77 000 km² situat în deșertul Rub al Kali, din centrul peninsulei arabe. Grupul ENI de care depinde AGIP, a început activitatea sa în Arabia saudită încă din anul 1968, ca urmare a unui acord încheiat cu întreprinderile petrolieră de stat arabă PETROMIN. În baza unui alt acord, activitatea de explorare va fi extinsă și în regiunea Hofuf, pe o suprafață de 9 107 km².

Producția și rezervele mondiale de gaze naturale

Un studiu publicat de Societatea Gaz de France arată că producția mondială de gaze naturale a depășit 1 000 miliarde m³. Principalii producători (în miliarde m³) în ultimii doi ani au fost:

	1969	1968
S.U.A.	585	547
U.R.S.S.	186	171
Canada	60	54,3
R. S. România	24,1	21,6
Olanda	21,8	14,0
Mexic	17,2	16,3
Italia	11,5	10,5
R.F.G.	8,0	5,3
Venezuela	7,8	7,8
Franța	6,5	5,7
Argentina	5,5	5,3
R. P. Polonă	3,9	2,5
Algeria	3,0	2,5
Anglia	3,0	2,0
R. P. Ungară	2,7	2,6

Rezervele mondiale de gaze au fost la începutul anului 1969 de circa 40 000 mrd. m³ și anume repartizate pe țări (în milioane m³):

America de Nord	9,826,31	din care:
S.U.A.	8 136,77	
Canada	1 349,74	
Mexic	339,80	
America de Sud	1 353,67	din care:
Argentina	233,61	
Venezuela	778,71	
Extremul Orient	1 072,49,	din care:
Pakistan	707,91	
Orientul Mijlociu	6 698,16,	din care:
Iran	2 831,66	
Irak	566,33	
Kuweit	1 104,75	
Arabia Saudită	1 557,41	
Oceania	535,98	din care:
Australia	438,91	
Africa	4 446,36,	din care:
Algeria	3 822,74	
Libia	566,33	
Europa de est	19 600	din care:
U.R.S.S.	9 000	
Europa Occidentală	3 616,17	din care:
R.F.G.	288,93	
Franța	283,17	
Anglia	877,81	
Italia	189,72	
Olanda	1 953,84	

Consumul de gaze naturale în R.S.F. Iugoslavia

Pentru anul în curs s-a prevăzut un consum de 940 mil. m³ gaze naturale, care va ajunge la 2,2 mrd. m³ în 1975. În anul 1969 s-au consumat 728 mil. m³, iar în 1968, 460 mil. m³. Consumul de gaze lichefiate este prevăzut la 97 000 t pentru anul în curs și de 250 000 t în 1975. În anul 1969 au fost consumate 81 200 t, iar în 1968 62 200 t. Producția națională de gaze lichefiate va trebui să ajungă la 300 000 t în 1975, din care 50 000 t vor fi disponibile pentru export. În acest scop, numărul stațiilor pentru umplerea buteliilor va fi mărit de la 23 la 45.

Perspectivele consumului de produse petroliere în R.F. a Germaniei în deceniul viitor

Consumul de produse petroliere în anul 1969 a fost de 109 mil. t, cu 12,6% mai mult decît în 1968 (96,8 mil. t). Aceste cifre includ și consumul propriu al rafinăriilor. Pentru anul în curs, consumul intern este evaluat la 119 mil. t, ceea ce reprezintă un spor de 9,4%. Pentru următorii cinci ani, 1970—1975, sporul mediu anual este estimat la numai 5,4%, atingînd în 1975 consumul de 155 mil. t. În cincinalul 1975—1980, creșterea anuală va fi și mai redusă, de numai 2,7%, ceea ce va ridica consumul la 185 mil. t. Pe produse, creșterea cea mai mare o va înregistra combustibilul greu (11%) și benzina auto (7,2% de la 5,2%). În ansamblul produselor estimate a fi consumate în 1980, combustibilii și motorina diesel vor reprezenta 67,6%, iar benzina auto și grea, circa 18% (față de 69,2%, respectiv 17,6% în 1969).

Producția de țiței a Argentinei

Oficialitățile argentiniene au anunțat că în anul 1971 Argentina va statisface consumul său de produse petroliere numai cu producția proprie, care va ajunge la 165 mil. bbl. țiței. În 1970, producția de țiței a Argentinei va fi cu 10% mai mare decît în 1969 și anume 139 mil. bbl. Dezvoltarea industriei de petrol va urma prevederile planului cincinal, ajungînd în 1974 la 188,7 mil. bbl. În anul acesta au fost forate 88 de sonde, iar producția rafinăriilor, care va fi de 22,5 mil. m³, va acoperi consumul intern.

Situația critică a rezervelor și producției de gaze naturale din S.U.A.

În tabela 1 este dată situația rezervelor și a producției de gaze din S.U.A., în miliarde m³, precum și raportul dintre rezerve și producție, pentru perioada 1946—1969:

TABELA 1

Anul	Rezerve sigure	Creștere, %	Producție	Creștere, %	Rezerve/producție
1946	4 520	—	139	—	32,6
1950	5 230	+15,7	195	+40,3	26,8
1955	6 300	+20,5	286	+46,7	22,1
1960	7 430	+17,9	368	+28,7	20,1
1965	8 110	+ 9,2	460	+25,0	17,6
1966	8 190	+ 1,0	485	+ 5,4	16,5
1967	8 280	+ 1,0	506	+ 4,3	15,9
1968	8 130	— 2,0	546	+ 8,0	14,8
1969	7 785	— 5	586	+ 7,0	13,3

Deși rezervele au fost în creștere pînă în 1969, producția de gaze s-a făcut într-un ritm mai accentuat, ceea ce a diminuat raportul rezerve/producție de la 32,6 în 1946, la 13,3 în 1969.

Gazele naturale satisfac în prezent 30% din necesitățile energetice ale S.U.A. Speranțele sînt puse în exploatarea gazelor din Alaska și în importul de gaze lichefiate din Trinidad, Nigeria, Algeria, Libia și RAU. Anul 1973 este considerat ca fiind crucial în rezolvarea acestei crize. Pînă atunci S.U.A. va trebui să dispună de o flotă suficientă de nave metaniere.

Manhatten a terminat cea de-a doua traversare a Oceanului Arctic

Cea de-a doua traversare realizată de tancul petrolier-spărgător de gheață „Manhatten" face să se întrevadă cu optimism deschiderea căii de comunicație maritimă, de la vest la est, în Oceanul Înghețat de Nord. Aceasta va permite transportul țițeiului descoperit în 1968 în Prudhoe Bay din Alaska, către coastele estice ale S.U.A. Succesul acestei traversări este în detrimentul construcției conductei de țiței prevăzute inițial pînă la portul Valdez. Se prevede declanșarea unei mari campanii de construcție a peste 40 nave petroliere, al căror cost este de 60—100 mil. $ fiecare, pentru deservirea regiunii petrolifere din Alaska de Nord. De asemenea, descoperirea făcută de Societatea Imperial Oil în delta fluviului Mackenzie din Canada, pune problema construcției unui pod nordic, al cărui cost s-ar urca la 500 mil.$. Se menționează că Manhatten a suferit două avarii serioase la coca navei.

Construcția unor conducte pentru transportul țițeiului în Irak

Statul Irakian a încredințat societății SOCEA, o filială a firmei franceze Pont à Mousson, construcția unei conducte de țiței cu diametrul de 28 în, în lungime de 146 km, care va transporta țițeiul din nordul Rumeliei spre stația terminus de la Fao, din Golful Persic. Conducta va intra în funcțiune la începutul anului 1972, cu o capacitate de 5 mil. t/an. În etapa următoare, capacitatea va fi mărită la 20 mil. t/an, ceea ce va comporta construirea unei stații terminus pentru ape adînci, deoarece în portul Fao nu pot intra în prezent decît nave de 30 000 t. Pe de altă parte, Irakul a decis să construiască o conductă de țiței cu diametrul de 48 în, spre portul Tartus din Mediterana, care va costa circa 400 mil. $. De curînd, Irakul a mai ratificat un acord de cooperare economică cu R.P. Ungară, în valoare de 30 mil.$, în baza căruia Irakul va livra țiței pentru 70% din suma de mai sus. R. P. Ungară va trimite o echipă de prospecțiuni, va termina forajele de explorare începute anul trecut și va fora alte 4 sonde noi.

★

În Canada, numărul de puțuri forate în cursul anului trecut a crescut cu 7% față de 1968, cu toate că numărul de metri forați este practic același (după raportul prezentat de Petroleum Canadian Association). Procentul cel mai ridicat a fost înregistrat în regiunile de nord-vest, Yukon și insulele Arctice, unde numărul de puțuri forate a înregistrat o creștere de 51% (de la 37 în 1968, a 56 în 1969).

Numărul puțurilor exploatate a crescut cu 11,7% față de cifrele prezentate în 1968, cu toate că numărul metrilor forați este în ușoară scădere. Un nou record de adîncime a fost atins în anul 1969 la puțul Pinto, în regiunea Alberta forat la 5 766 m adîncime.

Un studiu publicat de revista canadiană „Oilweek" compară costurile de explorare și de producție a unui baril de țiței în Canada și în Statele Unite. Bazat pe datele statistice din 1964—68, calculul arată că costul de cercetare și dezvoltare sînt de aproape trei ori mai mare în Statele Unite decît în Canada, iar costul total este de circa două ori mai mare.

★

În raportul prezentat la Delhi Australian Petroleum se arată că, la sfîrșitul anului 1969, rezervele potențiale de gaze naturale recuperabile în mici zone situate între Australia meridională și Queensland depășesc 2 700 mrd. picioare cubice, 8 000 picioare cubice în strîmtoarea lui Bass, precum și 1 700 mrd. picioare cubice la Gidgealpa, Moomba și Daralingie. Se estimează că rezervele zăcămintelor descoperite de curînd la Toolachee (Australia meridională) și Roseneath (Queensland) ar putea depăși 1 000 miliarde picioare cubice.

Tot în raport se arată că zăcămintele de gaze naturale de la Daralingie, Toolachee, Roseneath, conțin și condensate, dar pînă în prezent nu s-a făcut nici o estimație a acestor rezerve.

★

Raportul anual prezentat de Kuwait Oil Company arată că în anul 1969 s-a atins producția record de 127 502 203 t țiței, cu 6,4% mai mult decît în 1968. S-a terminat forarea a 39 de puțuri de dezvoltare în zăcămintele de la Burgan, Magwa, Ahmadi, Randhatain și Submah, și în luna noiembrie s-a forat un puț de explorare în insula Bubyan. Exportul a totalizat 124 449 501 t, dintre care 113 300 t țiței, 9 700 t produse rafinate și 1 400 t GPL.

★

În Argentina, în cursul anului 1969 societatea de stat YPF a forat 81 puțuri de explorare, dintre care 20 au dat rezultate și 336 puțuri de dezvoltare și de extensiune, dintre care 280 au fost productive.

Cu toate că rezervele de petrol au scăzut de la 320 mil. la 250 mil. m³, cifra cea mai mică nu cuprinde rezervele descoperite în cursul anului trecut în nord-vestul țării, care sînt în curs de evaluare. Cea mai importantă descoperire, Caimancito, este în curs de dezvoltare intensivă; la sfîrșitul anului trecut, două puțuri produceau zilnic 386 și 609 m³ țiței și 132 230 și 212 800 m³ gaze.

★

În Olanda, Societatea Gasunie a vîndut, în cursul anului 1969, 21,7 mrd. m³ gaze naturale, cu 56% mai mult decît în cursul anului 1968. Din acest total, 75 mrd. au fost exportate față de 4,3 mrd. în 1968, iar piața internă a consumat 14,2 mrd. față de 9,6 miliarde în 1968. Vînzările la întreprinderile industriale și la centralele electrice au crescut cu 58%, ajungînd la 7,1 mrd. m³, din care 50% au fost consumate de industria chimică pentru fabricarea îngrășămintelor.

Societatea Gasunie prevede că în cursul anului 1969 vînzările vor totaliza 28,1 mrd. m³, din care 9,7 mrd. la export.

★

În U.R.S.S., noul zăcămînt de gaze naturale de la Gugurtlinsk, situat de-a lungul conductei de petrol Asia Centrală — Europa, va intra în curînd în producție. Acest zăcămînt, cu zone multiple, al patrulea în Turkmenistan, conține rezerve de 90 000 mil. m³ și va produce 8 mil. m³/zi.

★

În Indonezia se vor exporta — din blocul nr. 1 al societății Pertamina, 70 000 kl/zi, datorită terminării unor rezervoare suplimentare și a unei noi conducte submarine pînă la Pangkalan Susu, în nordul Sumatrei. Datorită acestei conducte pot fi încărcate vase de peste 100 000 tdw.

În Republica Federală a Germaniei — conform datelor publicate de Wirstchaftverbandes Erdölgewinnung — producţia de petrol a noilor zăcăminte, precum şi folosirea recuperării secundare, nu au putut compensa epuizarea naturală a vechilor zăcăminte, care a avut ca rezultat în anul 1969 o scădere a producţiei de petrol de 106 409 t, producţia totală fiind de 7 875 727 t.

Producţia de gaze naturale a crescut cu 37,4% faţă de anul 1968, ajungînd la 891 198 900 m .

★

În Austria, conform evaluării efectuate de departamentul geofizic, rezervele de petrol se ridicau, la sfîrşitul anului 1969, la circa 24,7 mil. t, iar cele de gaze naturale, la 12 200 mil. m^3. Consumul de gaze naturale a crescut de la 1 636 mil. m^3 în anul 1968 la 1 920,6 mil. în anul 1969.

Din U.R.S.S. a fost importată o cantitate de 724,4 mil. m^3 gaze naturale, iar din Cehoslovacia 93,9 mil. m^3.

★

În U.R.S.S. a început dezvoltarea zăcămîntului de gaze naturale de la Shekhillinsk, cel mai mare zăcămînt de gaze naturale din Asia Centrală, ale cărui rezerve sînt estimate la 400 000 mil. m^3.

★

În Canada, Societatea Shell Canadian a semnat acorduri cu două dintre filialele Societăţii Shell Oil din Statele Unite pentru a accelera explorarea în regiunile îndepărtate ale Canadei. Cele două societăţi americane vor cheltui 250 mil. dolari în timpul viitorilor şase ani şi jumătate, pentru explorarea unei suprafeţe de 72 mil. acri, concesionată în largul coastei de est şi de vest, St. Laurent, Yukon şi teritoriile de nord-vest, cît şi pentru cercetări mai avansate în scopul găsirii unor metode de producţie a ţiţeiului sintetic din nisipurile bituminoase ale fluviului Athabasca şi din acumulările de petrol greu din Peace River. Shell Canada va efectua lucrările, iar cheltuielile de dezvoltare a descoperirilor vor fi împărţite în mod egal între cele trei părţi.

★

În Tunisia, producţia de petrol a atins în anul 1969 3 500 000 t (aproape toată această cantitate provine din zăcămîntul El Borma), din care 2 875 000 t au fost expediate în Italia, iar restul a fost tratat la rafinăria Stir din Bizerta.

★

În Mexic s-a descoperit un zăcămînt de petrol de circa 70 000 000 t, în largul coastei Tampico.

★

În Anglia, societatea Esso Petroleum a cerut autorizaţia de a extinde capacitatea rafinăriei de la Milford Haven de la 6,3 mil. t/an la 15 mil.t/an. Proiectul de extindere, a cărui realizare va costa circa 20 mil. lire sterline, prevede, de asemenea, construirea unor rezervoare suplimentare şi a unor instalaţii portuare pentru descărcarea tancurilor de petrol de 250 000 tdw la Carrey Island (Essex).

Societatea Occidental a cerut autorizaţia pentru construirea unei rafinării cu o capacitate de 5 mil. t/an.

★

În Italia, societatea Montecatini va construi încă o unitate de producere a etilenei la instalaţiile sale de la Porto-Maghera, care vor avea astfel o capacitate de 500 000 t/an, în prezent cea mai mare în lume.

★

În Libia se proiectează în prezent construirea unei rafinării cu o capacitate de 50 000 barile/zi la Benghazi,în afară de aceea care se va construi lîngă Tripoli, cu o capacitate de 25 000barile/zi. De asemenea, se prevede construirea unui complex petrochimic în regiunea Benghazi.

★

În Japonia, Ministerul Comerţului Internaţional al Industriei a dat instrucţiuni industriei petroliere, pentru a reduce conţinutul de plumb în benzina de calitate superioară, de la 2,2 la 1,1 cm^3 pe un gallon VS şi cel din benzina obişnuită de 1,1 cm^3 la un nivel cît mai redus posibil, urmărind astfel ca într-o perioadă de timp de circa cinci ani să elimine plumbul din carburanţii pentru automobile. În prezent, circa 18% din benzinele folosite în Japonia sînt de calitate superioară (cifra octanică 100).

★

În Spania, Cepsa a dat în funcţiune, în rafinăria sa de la Algesiras, o unitate de tratare VOP Isomax, de 50 000 t/an care va produce propan butan şi benzine uşoare.

★

Societatea Shell Canada a încheiat un contract în valoare de 3,5 mil. dolari, pentru extensiunea instalaţiilor de tratare a gazelor de la Jumping Pound, în apropiere de Calgary.

Noile instalaţii vor mări capacitatea uzinei de la 4,3 la 5,7 mil. m^3/zi gaz, iar cea a producţiei de sulf de la 260 la 450 t/zi.

★

În Polonia, Polimex a încheiat un contract cu societatea Krupp pentru construirea şi livrarea instalaţiilor, pentru rafinăria de la Plok, care vor asigura izomerizarea xilolului şi a ridica la 48 000 t/an producţia *p*-xilolului de 99,5% puritate. Instalaţiile urmează să intre în funcţine în 1973.

★

În Israel, capacitatea conductei de 42'' diametru între Eilath şi Ascalon a fost dublată la 40 mil. t/an prin construirea unei staţii de pompare la Neguero. De asemenea, s-a început construirea unei noi staţii de pompare care va mări capacitatea acestei conducte la 60 mil. t/an în 1971.

★

În Irak, societatea franceză Socea va construi o conductă de 146 km lungime şi 28'' diametru între zăcămîntul din Rumaila de nord şi staţia terminală Fao. Capacitatea iniţială a acestei conducte va fi de 5 mil. t/an la începutul anului 1972.

În Iran, paralel cu conducta de gaze naturale Agha Jari Ashtara se termină construcţia reţelei de distribuţie iraniene (lungimea totală a ramificaţiilor este de 900 km), prin care se vor furniza 19 mrd. m^3/an gaze naturale principalelor oraşe situate de-a lungul acestei conducte.

★

În şantierele norvegiene specializate în construcţia mijloacelor de transport al gazelor naturale lichefiate şi al gazelor de petrol lichefiate, se studiază în prezent posibilitatea de a se realiza vase de transport la bordul cărora să poată fi efectuată lichefierea gazelor, încărcate sub formă gazoasă.

Soluţionarea acestei probleme va constitui fără îndoială o încurajare decisivă pentru căutarea hidrocarburilor gazoase în zone marine depărtate de ţărm, ca de exemplu, zăcămîntul Cod din apele norvegiene, care nu a putut fi exploatat, datorită dificultăţilor tehnice insurmontabile în prezent, care nu permit pozarea unei conducte în apele norvegiene.

★

În Iugoslavia se proiectează construirea unei conducte care urmează să transporte petrol de la Salonic laSkopjie, unde se va construi o rafinărie. Capacitatea iniţială de transport a acestei conducte va fi de 2 mil. t/an.

★

În Franţa, depozitul subteran pentru produse petroliere situat în minele de sare al societăţii Geostock a fost inaugurat în luna mai. Acest depozit va fi în legătură cu localitatea Berre, printr-o conductă de 65 km lungime. În 1973 va fi cel mai mare depozit din Europa, cu o capacitate de 5 mil. m^3.

★

În Algeria, Sonatrach a încheiat un contract cu William Brothers pentru construirea conductei de transport de GPL şi condensate de la Hassi Messaoud la Arzew. Conducta va fi formată dintr-o secţiune de 308 km lungime şi 12'' diametru, între Hassi Messaoud şi Hassi R'Mel — cu o capacitate de un milion t/an GPL şi o secţiune de 497 km şi 16'' diametru, cu o capacitate de un mil. t/an condensate (ulterior mărită pînă la 3 mil. t/an).

★

Firma BASF a pus la punct recent procedeul de fabricare a rezervoarelor pentru depozitarea păcurii din materia pe bază de poliesteri întăriţi cu fibre de sticlă, denumit Palatal. Materialul este rezistent la coroziune şi la păcura şi motorina conţinînd aditivele obişnuite.

★

Prin folosirea fibrelor de sticlă pentru mărirea rezistenţei se obţin proprietăţi mecanice ridicate care fac posibilă montarea acestor rezervoare sub pămînt, chiar şi sub suprafeţe pe care se circulă. Greutatea unui astfel de rezervor, cu o capacitate de 10 t nu este decît 480 kg, deci pot fi uşor transportate. Aceste rezervoare nu necesită pereţi dubli sau indicator de scăpări.

RECENZII

D. CONSTANTINESCU, N. V. MEREANU: **Sape de foraj**. Ed. tehnică, Bucureşti 1970, 312 p.

Lucrarea tratează în 312 pagini probleme legate de proiectarea, execuţia şi exploatarea sapelor de foraj folosite în prezent atît la noi în ţară, cît şi străinătate.

Lucrarea constituie o sinteză bazată, pe de o parte, pe experienţa autorilor în domeniul proiectării, execuţiei şi urmăririi în exploatare a sapelor de foraj, iar pe de altă parte pe experienţa obţinută în ţările avansate din punctul de vedere al construcţiei sapelor de foraj.

Prin tipărirea acestei lucrări, Editura tehnică oferă tuturor specialiştilor din industria petrolului posibilitatea de a cunoaşte stadiul actual al construcţiei sapelor cu role din ţara noastră concepute la nivelul tehnicii mondiale, modul lor de exploatare, întreţinere şi recondiţionare pentru a obţine performanţele proiectate, precum şi tendinţele de dezvoltare în ţară şi străinătate.

Cartea este alcătuită din trei părţi.

Partea întîi intitulată „Construcţia sapelor de foraj" cuprinde problemele privind clasificarea şi descrierea sapelor de foraj. Sînt evidenţiate principalele elemente constructive ale sapelor de foraj corespunzătoare necesităţilor funcţionale: partea activă (care acţionează asupra rocii), sistemul de spălare, elementul de legătură, respectiv sistemul de lagăre (acesta din urmă specific numai sapei cu role), precum şi tipurile constructive caracteristice de sape (cu tăiş fix, respectiv cu role). Se arată necesitatea diversificării tipurilor de sape în funcţie de natura rocilor (forabilitatea şi abrazivitatea lor), precum şi modul de realizare practică a „tipizării sapelor", condiţiile impuse elementelor constructive de bază, care trebuie să fie echilibrate în scopul obţinerii unei durate optime de funcţionare. Sînt explicate cauzele ponderii mari a sapelor cu role, în special a sapelor cu trei conuri, în forajul actual, arătîndu-se în acelaşi timp perspectiva construcţiei sapelor cu tăiş fix, cum ar fi cele cu diamante sau cu inserţii din metal dur sinterizat.

Tot în partea întîi sînt prezentate problemele de bază legate de execuţia sapelor de foraj, în ceea ce priveşte materialele utilizate, prelucrările mecanice, încărcările cu materiale dure, tratamentele termice, montarea, protejarea, încercările şi verificările.

Partea a doua „Calculul şi proiectarea sapelor de foraj" cuprinde principalele probleme ale dimensionării şi calculului construcţiilor de sape, insistîndu-se în mod special asupra calculului geometric al tipului de sapă cu trei conuri — cazul cel mai complex şi mai des întîlnit în practică. Astfel, pentru diametrul maxim al conurilor, forma şi dimensiunile conurilor, dantură, lagăre şi sistemul de spălare se dau relaţii matematice de calcul, cu exemple, iar pentru celelalte determinări constructive se descriu unele metode verificate practic în proiectare.

În partea a treia „Exploatarea sapelor de foraj" sînt date criteriile alegerii raţionale a regimului de foraj, analizînd parametrii de bază, şi anume: debitul fluidului de foraj, apăsarea pe sapă şi turaţia sapei, în diferitele situaţii de performanţă ce se impun pentru un cost minim al metrului forat. Se dau exemple concrete şi recomandări pentru utilizarea practică a sapelor cu conuri, precum şi aspectele principale legate de uzurile posibile, cu cauzele care le generează, metodele de urmărire şi reducere a uzurilor, în scopul prelungirii duratei de funcţionare şi îmbunătăţirii performanţelor de foraj.

În final, se dau indicaţii privind întreţinerea şi recondiţionarea (cînd este cazul) în schelă a sapelor de foraj.

Autorii au reuşit să scoată în evidenţă importanţa utilizării de sape de foraj avînd o calitate corespunzătoare, care să asigure performanţele scontate din punct de vedere tehnic şi economic şi să permită aplicarea regimului de foraj intensiv, precum şi creşterea continuă a adîncimilor de foraj, conform principiului „dacă pentru sapă nu se asigură o calitate corespunzătoare, performanţele de foraj sînt compromise, oricît de moderne ar fi instalaţiile şi utilajele auxiliare concepute a o acţiona".

Lucrarea se adresează inginerilor, tehnicienilor şi maiştrilor care activează în domeniul forajului sondelor, proiectanţilor şi cercetătorilor din institutele de proiectări şi cercetări, constructorilor din uzine, precum şi studenţilor de la institutele de specialitate.

CRONICĂ

AL 39-LEA CONGRES INTERNAŢIONAL DE CHIMIE INDUSTRIALĂ

În perioada 7—11 septembrie 1970, a avut loc la Bucureşti „Al 39-lea Congres Internaţional de Chimie Industrială", care a reunit circa 1 300 de specialişti dintre care 1 020 în calitate de membri înscrişi la Congres şi 280 de invitaţi.

De asemenea, au participat personalităţi ştiinţifice şi reprezentanţi ai industriei chimice din 22 de ţări, printre care Franţa, Uniunea Sovietică, Statele Unite ale Americii, Republica Federală a Germaniei, Anglia, R. S. Cehoslovacă, Belgia, Republica Democrată Germană, Austria, R.P. Ungară, R.F.S. Iugoslavia, R. P. Polonia, India, R. P. Bulgaria, Republica Arabă Unită etc.

Faptul că acest Congres, cu o îndelungată tradiţie a avut loc la Bucureşti reprezintă o recunoaştere pe plan internaţional a progreselor remarcabile care s-au realizat în domeniul aplicării industriale a celor mai de seamă procedee chimice.

Importanţa pe care conducerea de partid şi de stat a acordat-o congresului reiese pregnant din faptul că lucrările s-au desfăşurat sub înaltul patronaj al Secretarului General al PCR, Preşedintele Consiliului de Stat, tov. Nicolae Ceauşescu, care a onorat prin prezenţa sa festivitatea de deschidere.

Datorită numărului mare şi diversităţii comunicărilor, lucrările s-au desfăşurat în cadrul a 20 de secţii, care au avut un profil bine definit. Materialele respective au fost publicate în patru volume (atît în limba română, cît şi într-o limbă străină oficială a congresului), în fiecare volum fiind grupate comunicările aparţinînd secţiilor cu preocupări înrudite sau apropiate.

Este de menţionat, de asemenea, faptul că au fost prezentate o serie de conferinţe plenare, de interes general, şi anume „Chimia şi Progresul", susţinută de tov. ing. Alexandru Boabă Ministrul Petrolului, „Eficienţa economică a cercetării ştiinţifice prezentată de tov. ing. Mihail Florescu, Ministrul Industriei Chimice „Contribuţia chimiei fizice la dezvoltarea industriei" de academician Ilie Murgulescu, „Progrese recente în domeniul medieamentelor noi" de academician Tadeusz Urbanski (Polonia), „Chimia ciclurilor mici" de prof. José Jazz (Belgia), expert UNESCO.

Lucrările care au vizat direct industria de prelucrare a ţiţeiului s-au prezentat în secţia de combustibili şi lubrifianţi. Au fost susţinute o serie de comunicări care, de asemenea, interesau industria menţionată, dar care prin specificul lor au fost încadrate în alte secţii, şi anume:

— inginerie chimică;
— procese catalitice şi catalizatori;
— coroziune şi măsuri de protecţie contra coroziunii;
— combaterea poluării apei şi atmosferei;
— economie industrială.

În marea lor majoritate, lucrările prezentate, în special, la secţia de combustibili şi lubrifianţi au fost axate pe teme legate de perspectivele dezvoltării economiei noastre naţionale.

Dintre aceste comunicări, unele s-au referit la elaborarea de noi procese tehnologice, originale, brevetate, cum ar fi „Caprolactama — solvent selectiv pentru separarea aromaticelor $C_6 - C_8$". Altele s-au ocupat de îmbunătăţirea unor tehnologii actuale de fabricaţie, de corelarea reactoarelor micropilot cu acelea pilot sau de stabilirea influenţei parametrilor asupra cantităţii şi calităţii produselor obţinute, ca, de exemplu „Stabilirea influenţei factorilor tehnologici asupra procesului de reformare catalitică cu ajutorul metodelor statistice", „Unele aspecte privind hidrogenarea distructivă a uleiurilor de diferite proveniențe" etc.

O serie de comunicări au tratat probleme în legătură cu îmbunătăţirea calităţii produselor, respectiv noi metode de analiză a acestor produse. Lucrările expuse au vizat uleiuri de transformator, uleiuri de motoare Diesel, unsori consistente, uleiuri minerale aditivate, hidrocarburi aromatice etc.

Procesele catalitice aferente industriei de prelucrare a ţiţeiului au constituit preocupări de seamă în cadrul congresului. Aceste lucrări au analizat aspecte cinetice ale proceselor, au propus criterii pentru aprecierea activităţii catalizatorilor sau au prezentat rezultatele investigării diferiţilor catalizatori (în special de hidrogenare, hidrofinare, hidrotratare) şi a suporţilor respectivi (alumina).

Comunicările prezentate la secţia de inginerie chimică, prezintă interes pentru toate ramurile industriei chimice. Trebuie să fie menţionate, din punctul de vedere al prelucrării ţiţeiului, lucrările referitoare, la dezemulsionarea ţiţeiurilor prin distilare azeotropă, eficacitatea coloanelor de fracţionare, echilibrul lichid — vapori în diferite sisteme, calculul proceselor de absorbţie, unele caracteristici hidrodinamice ale stratului „fîntînă", precum şi elemente de ridicare la scară pentru unele tipuri de reactoare.

Evitarea poluării atmosferei şi a apelor, precum şi combaterea coroziunilor reprezintă unele dintre problemele cele mai acute care se pun în prezent pe plan mondial. În acest sens şi în lucrările congresului, tematica respectivă a ocupat un loc de seamă, în foarte multe cazuri comunicările prezentînd un real interes şi pentru industria prelucrătoare de ţiţei.

De asemenea, este cazul să fie scoase în relief precocupările economice oglindite de unele dintre studiile prezentate, cum ar fi „Studiul pieţii chimice pe plan mondial", „Modelarea calculaţiei preţului de cost pentru procesul integrat de producţie în industria de petrol, „Evaluarea rapidă a cercetărilor aplicative" etc.

În ansamblu, al 39-lea Congres Internaţional de Chimie Industrială a reprezentat o manifestare ştiinţifică de prestigiu, care a dat posibilitate, pe de o patre, să fie cunoscute unele dintre cele mai recente tendinţe pe plan mondial din domeniul tehnologiei chimiei, iar pe de altă parte a permis, o dată în plus, afirmarea valorii şcolii chimice româneşti.

ABONAŢI-VĂ PENTRU ANUL 1971 LA REVISTELE:

REVISTA DE CHIMIE	**Lei 160 (apariţie lunară)**
REVISTA DE CHIMIE ANALITICĂ	**Lei 100 (apariţie trimestrială)**
PETROL ŞI GAZE	**Lei 160 (apariţie lunară)**
MATERIALE PLASTICE	**Lei 150 (apariţie lunară)**

Abonamentele se primesc pe adresa: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere, Bucureşti, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, sectorul I, telefon 14.72.10 int. 176 în contul de virament nr. 640.301.13, Banca Naţională a Republicii Socialiste România, Filiala sectorului I.

Costul unui abonament anual individual pentru cadrele tehnice, didactice, studenţi etc. lei 30.

PREZENTAREA MANUSCRISELOR

Materialele se pot prezenta redacției spre publicare fie sub formă de articole, fie sub formă de scurte comunicări. Nu se primesc spre publicare memorii tehnice sau rapoarte tehnice adresate forurilor superioare.

De asemenea, în revista Petrol și Gaze nu se pot publica lucrări apărute în alte reviste similare din țară sau străinătate. Prin apariția unei lucrări în revista Petrol și Gaze dreptul de autor trece asupra revistei. Ca atare, această lucrare nu mai poate fi trimisă spre publicare integral sau parțial unei alte reviste de specialitate decît cu autorizația Comitetului de redacție al revistei Petrol și Gaze.

Fiecare manuscris trimis spre publicare revistei Petrol și Gaze trebuie să fie însoțit de aprobarea, în scris, pentru publicare, din partea institutului sau întreprinderii în cadrul căreia s-a efectuat lucrarea.

Manuscrisele se vor înainta redacției în două exemplare bătute la mașină la două rînduri (31 rînduri × 65 bătăi = = 2 000 semne pe pagină) pe o singură față a hîrtiei, cu paginile numerotate în continuare. Se vor evita pe cît posibil corecturi de mînă. Volumul textului de articol să nu depășească 10—15 pagini bătute la mașină (fără figuri). Materialele pentru rubrica „Scurte comunicări" să nu depășească două pagini scrise la mașină. Manuscrisele vor cuprinde :

1. Titlul lucrării cît mai precis din care să reiasă exact, concret și complet conținutul lucrării.

2. Prenumele și numele complet al autorilor.

3. Denumirea laboratorului sau a secției din institutul sau întreprinderea în care s-a efectuat lucrarea.

4. Textul lucrării.

4.1. Redactarea lucrării să fie simplă, concisă și limpede ; se vor evita repetări și lungiri inutile cu materiale care nu sînt legate direct de subiect.

4.2. Structura articolului să fie astfel încît partea introductivă de documentare să fie distinctă de partea de contribuție originală. Unde este cazul, această din urmă parte să fie subdivizată în : partea experimentală, interpretarea rezultatelor și partea de discuție.

4.2.1. Partea introductivă va cuprinde în mod clar și concis expunerea generală a problemei atacate ; se vor evita considerațiile prea generale sau repetarea unor fapte cunoscute. Ca dimensiune, partea introductivă să reprezinte cel mult a patra parte din volumul total al lucrării.

4.2.2. Partea experimentală va cuprinde expunerea lucrărilor efectuate în modul cel mai clar, simplu și concis posibil. Se recomandă ca rezultatele experimentărilor să fie date sub formă fie de tabele, fie de diagrame, dar nu sub ambele forme.

4.2.3. Interpretarea sau discuția rezultatelor lucrării se va face printr-o expunere purtată la un înalt nivel științific, ținîndu-se seamă de lucrările literaturii de specialitate mondiale din acest domeniu.

4.2.4. Se recomandă ca la sfîrșitul articolului să se introducă, dacă este posibil, concluzii rezumative asupra lucrării prezentate.

4.3. Diagramele, figurile și fotografiile vor fi desemnate „figuri". Ele vor fi numerotate în continuare, cu cifre arabe, indicîndu-se la marginea manuscrisului pentru fiecare figură locul aproximativ unde trebuie să apară în text. Legendele figurilor se vor scrie pe o foaie separată. Referirile la figuri se vor face prin numere, nu cu cuvintele „mai sus" sau „mai jos". Se recomandă ca numărul figurilor să fie cît mai redus posibil.

Figurile se vor desena pe foi separate cît mai clar și explicit, în mărime dublă decît urmează să apară tipărite. Fotografiile se vor preda sub formă de copii pozitive și nu clișee. Pe verso se vor indica titlul articolului și numele autorului.

4.4. Tabelele vor fi numerotate în continuare cu cifre arabe. Fiecare tabelă va avea un titlu explicativ. Dimensiunile tabelelor trebuie să corespundă formatului revistei. Unitățile folosite trebuie specificate explicit. Referirile la tabele se vor face după numere (ca la figuri).

4.5. Formulele care pot fi culese la tipărire vor fi bătute, la mașină în text ; cele care nu se pot culege tipografic și, deci, necesită clișee, trebuie desenate pe foi separate, cît mai clar posibil, indicîndu-se în manuscris locul unde trebuie introdus clișeul respectiv. Referirile din text la formule se pot face prin numere romane scrise între paranteze rotunde.

4.6. Prescurtările și unitățile de măsură se vor nota după STAS-urile în vigoare.

5. Indicațiile bibliografice vor fi numerotate în continuare, în ordinea citării și notate în text prin cifre corespunzătoare, în paranteze pătrate.

5.1. Citarea articolelor de revistă trebuie să cuprindă : numele tuturor autorilor cu inițiala prenumelui (înaintea ultimului autor se va scrie : și), titlul periodicului prescurtat (după ultima ediție de la List of Periodicals Abstracted by Chemical Abstracts), numărul volumului (tomului) în cifre arabe, subliniat, numărul de ordine al numărului periodicului, anul apariției și pagina la care începe precedată de prescurtarea p.

În cazul cînd referința nu a fost citită în original, se va indica după ea și revista de referate care a fost consultată.

5.2. Citarea textelor din cărți sau tratate trebuie să cuprindă : numele tuturor autorilor cu inițiala prenumelui, titlul cărții, numărul ediției în cifre arabe, editura, numărul volumului (tomului) subliniat, localitatea unde a fost editată cartea, anul apariției, pagina (sau paginile) la care se face referirea, precedată de prescurtarea p.

5.3. Citarea patentelor trebuie să cuprindă : autorul sau firma, țara și numărul patentului, data și revista de referate.

6. Un rezumat de 10 — 15 rînduri dactilografiate al conținutului care va reflecta cît mai fidel, într-o formă concisă și clară, scopul și conținutul lucrării, va fi predat pe o foaie separată.

7. Numele, adresa și numărul de telefon al autorului articolului delegat să ducă discuțiile cu redacția și să semneze pentru „bun de tipar " vor fi indicate, de asemenea, pe o foaie separată.

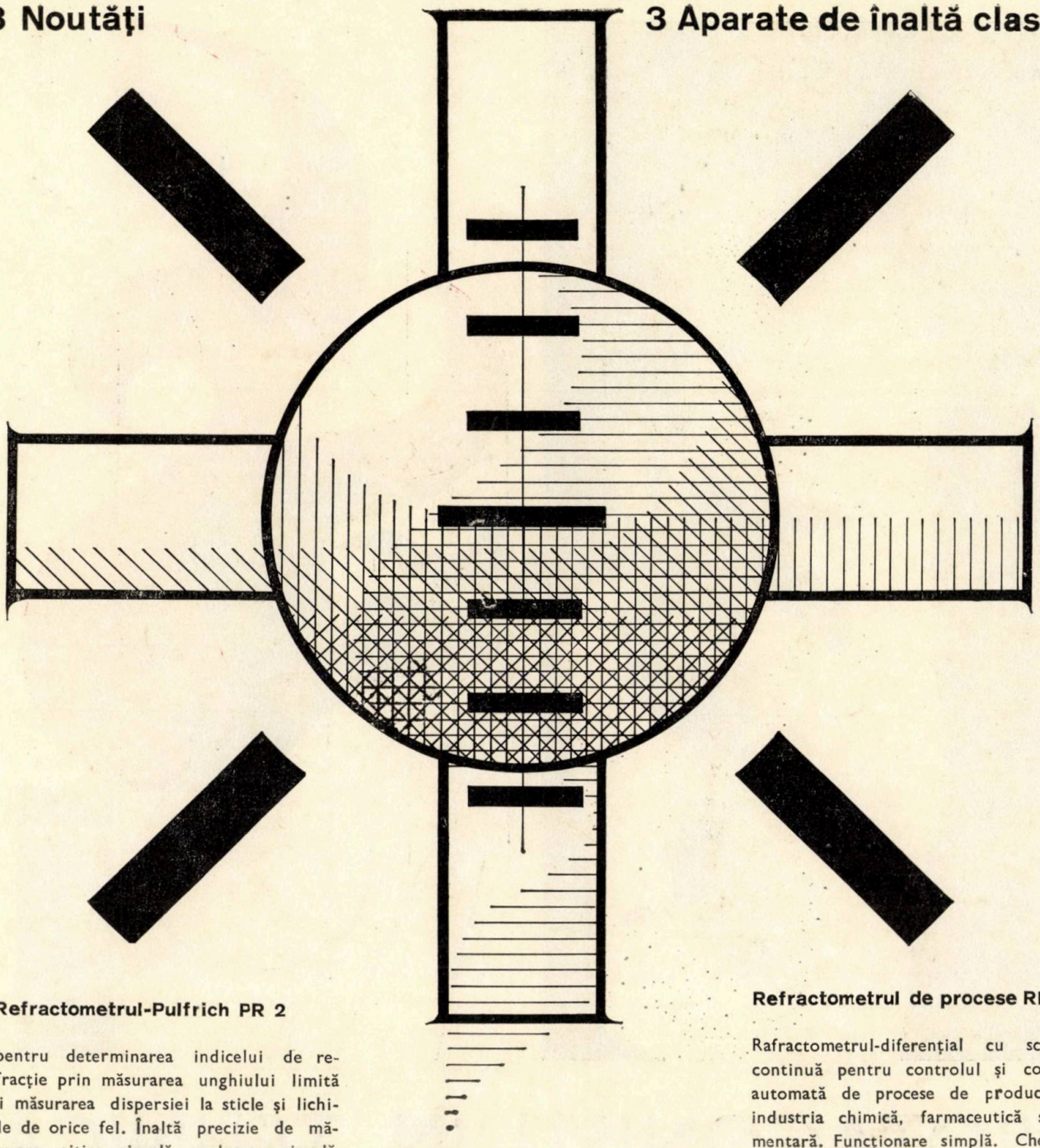
Pentru modificări redacționale esențiale pe manuscrise redacția va cere aprobarea autorilor. Aceștia vor primi în orice caz articolul în formă culeasă pentru corecturi tipografice de „bun de tipar". Corecturile trebuie efectuate după STAS 1032—59 „Corecturi tipografice". Autorii au dreptul să modifice numai greșeli tipografice sau erori ; nu se va ține seamă de modificări stilistice. Materialul corect trebuie restituit redacției revistei Petrol și Gaze în decurs de cel mult două zile.

Materialele destinate publicării vor fi trimise pe adresa : Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, revista Petrol și Gaze, Bd. N. Bălcescu 16, sectorul 1, București.

Revista PETROL ȘI GAZE, organ al Ministerului Petrolului și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sectorul I, Telefon 14.72.10/130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, telefon 14.72.10/184 Bd. Nicolae Bălcescu, nr. 16, cont 640.301.14, Banca Națională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorul I, București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8.
Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. nr. 10/50/1968.
Tiparul: Întreprinderea poligrafică „Informația", București — c- 5701

3 Noutăți

3 Aparate de înaltă clasă



Refractometrul-Pulfrich PR 2

pentru determinarea indicelui de refracție prin măsurarea unghiului limită și măsurarea dispersiei la sticle și lichide de orice fel. Înaltă precizie de măsurare, citire simplă, prelucrare simplă a datelor de măsură. În privința confortului de deservire este superior tuturor aparatelor de pe piața mondială.

Refractometrul de procese REMAT

Rafractometrul-diferențial cu scurgere continuă pentru controlul și comanda automată de procese de producție în industria chimică, farmaceutică și alimentară. Funcționare simplă. Cheltuieli de întreținere reduse.

Spectrofotometrul SPECORD UV-VIS

Aparat înregistrator cu două fascicule, complet automatizat, pentru domeniul spectral ultraviolet și vizibil. Putere de rezoluție mare, înaltă precizie fotometrică, cheltuială de tip minimă.

CARL ZEISS JENA

VEB Carl Zeiss JENA

Deutsche Demokratische Republik

PROTAGONIȘTI IN TEHNICĂ

RAFINAREA, o contribuție de seamă pentru lumea de mîine

Inginerii firmei SNAM PROGETTI, protagoniști de frunte ai noilor realități, și-au lăsat amprenta în lumea întreagă, prin lucrări fundamentale.

Angajații și ideile firmei SNAM PROGETTI au lansat o tehnică nouă pentru proiecte mari, planuri de viitor pentru o producție lărgită și de o mai bună calitate, precum și investiții eficiente în industria de petrol și gaze naturale.

Această contribuție este rezultatul proceselor originale aplicate zi și noapte în uzine pilot și în sute de rafinării de la Tierra del Fuego pînă în Norvegia, apoi în Bahama în Islanda, precum și în bătrîna Europă.

SNAM PROGETTI : un rezervor de forță umană și creatoare pentru toate timpurile.

SNAM PROGETTI

Grupul ENI 20097, San Donato Milan/Italia

CONSTRUCȚII TEHNICE ȘI LIVRĂRI DE RAFINĂRII; INSTALAȚII PETROCHIMICE ȘI NUCLEARE; CONDUCTE DE PETROL ȘI GAZE; CERCETĂRI TEHNICE ȘI ȘTIINȚIFICE

PUBLICOM

PETROM

EXECUTĂ:

În domeniul industriei de prelucrare a țițeiului următoarele lucrări:

cercetări, proiecte și documentații pentru instalații ce se livrează la export;

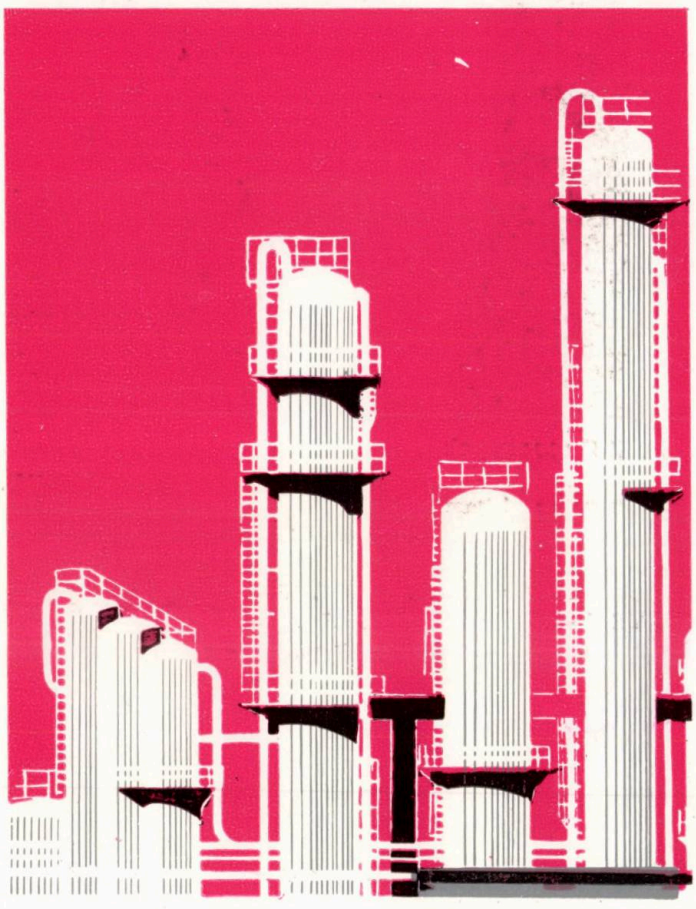
livrări de rafinării sau instalații complete cu acordare de asistență tehnică sau „la cheie";

studii în laborator și pe instalații pilot pentru diverse materii prime în vederea stabilirii tehnologiei optime de prelucrare;

asistența tehnică la montajul și punerea în funcțiune a instalațiilor livrate;

instruirea personalului străin pentru exploatarea instalațiilor livrate;

instalații de depozitarea și desfacerea produselor petroliere.



1971 JAN 6

PETROLEXPORT

BUCHAREST - ROMÂNIA
20, Gheorghe Gheorghiu-Dej Blvd.
Telephone: 15.70.17 - Telex: 266

Offers:

RUMANIAN LUBRICATING OILS

First class products vastly used for maintenance of engine and industrial installations.

- Engine Oils; Textile Oils; Transformer Oils; Transmission Oils;
- Turbine Oils; Axle Oils; Cylinder Oils

Irreproachable supplies in bulk or metal drums of some 220 l.

Aromatic Hydrocarbons

high quality products manufactured by the petroleum industry in Romania

TOLUENE, XYLENE, ORTOXYLENE, PARAXYLENE

The are used with excellent results as solvents and in various organic syntheses in the petrochemical industry.

Paraffin Wax

both transparent and opaque characterised by a complete scale of melting points, low oil content and great stability.

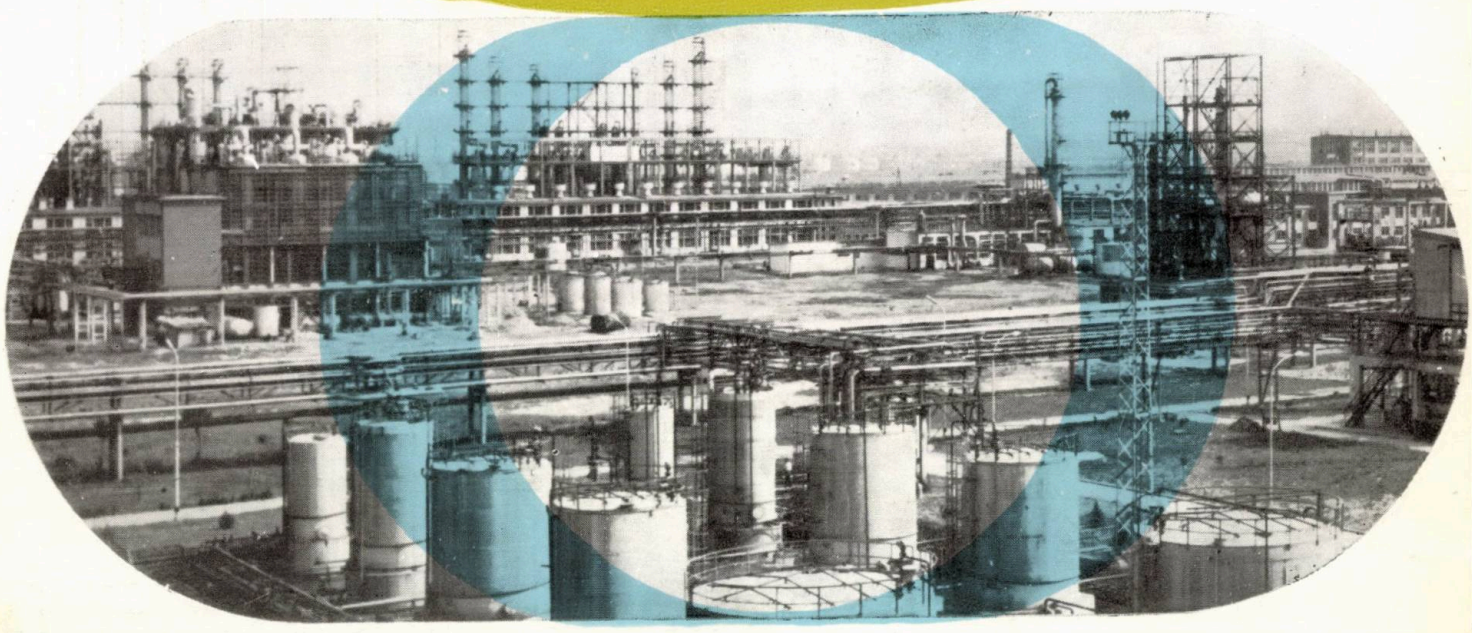
Used with remarkable results in:

- the manufacture of matches and candles
- the impregnation of food packing paper and cardboard

Practical packing in cartons or textile sacks ensures storing, transportation and handling of paraffin wax slabs in excellent conditions.

DISTILLED AND CRUDE NAPHTENIC ACIDS

Romanian high quality products in a wide range acid value for manufacturing soaps, lacquers, inhibitors, naphtenates etc.



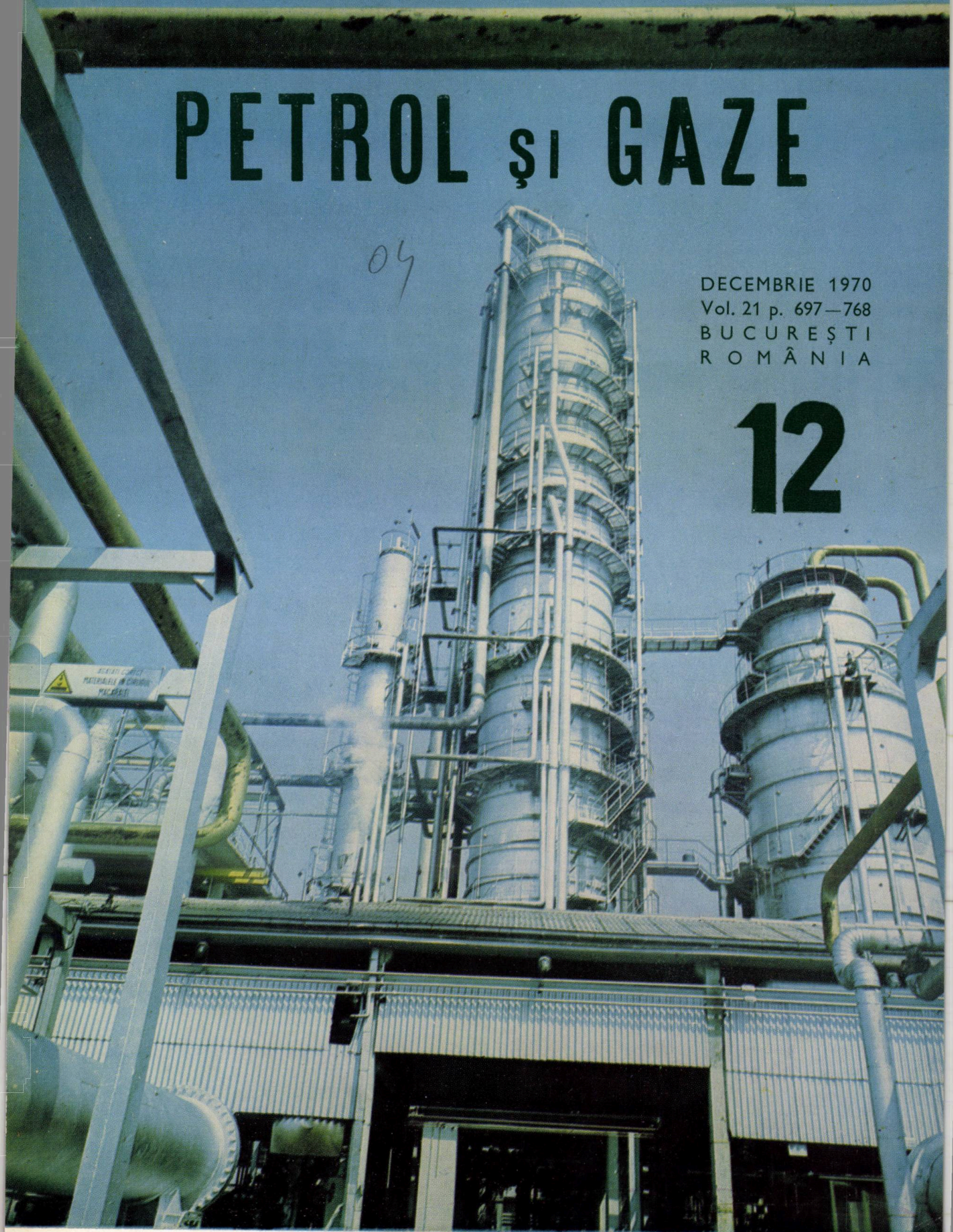
E 1HH5

PETROL şi GAZE

04

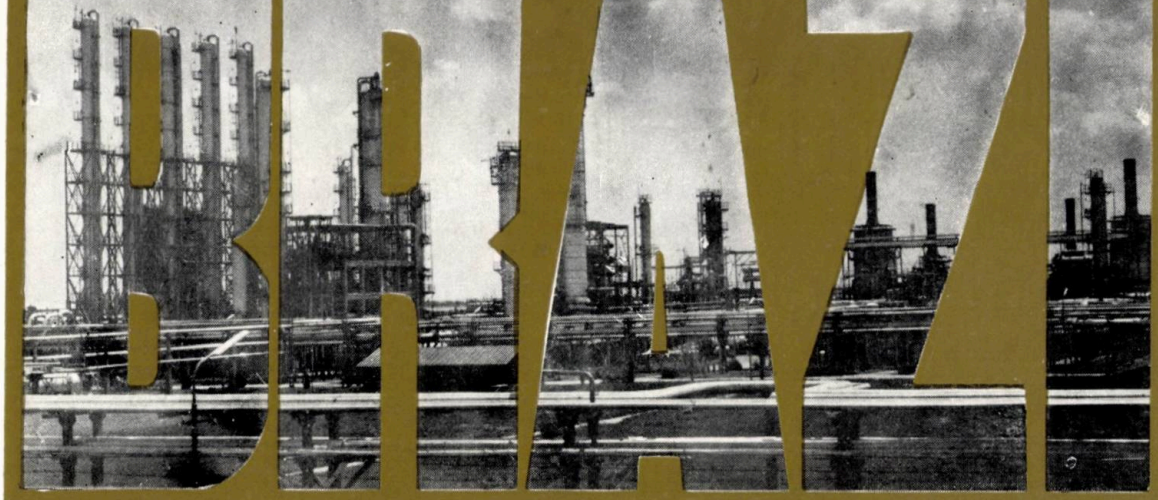
DECEMBRIE 1970
Vol. 21 p. 697—768
BUCUREŞTI
ROMÂNIA

12



RAFINARIA

BRAZI



PRODUCE:

— PARA — XILEN de puritate 99,2% pentru fabricarea fibrelor sintetice poliesterice;

— ORTO — XILEN de puritate 99,6% pentru fabricarea anhidridei ftalice;

— ETIL—BENZEN de puritate 99,6% pentru fabricarea stirenului;

— BENZEN, TOLUEN, META — XILEN și o gamă largă de hidrocarburi parafinice ușoare pentru industria chimică și pentru uzul casnic.

LIVREAZĂ:

- *benzine super auto şi avio*
- *combustibili pentru motoare cu reacţie*
- *petroluri şi motorine superioare*
- *hidrocarburi aromatice de înaltă puritate*
- *gaze lichefiate pe bază de repartiţii*

VOL. XXI. Nr. 12
decembrie 1970

PETROL și GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI PETROLULUI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
Redacția: Bd. N. Bălcescu, 16 • Telefon 16.78.78 • BUCUREȘTI • ROMÂNIA

CUPRINS

V. Stănescu și L. Sali: **Cauzele geologice ale diferențierii chimice a țițeiurilor din oligocenul unor structuri petrolifere** 703—707

N. P. Baldovin: **Echipament special pentru forajul și punerea în producție a sondelor pe mare** 708—716

M. Constantinescu: **Efectele jetului hidraulic în procesul de forare** 717—723

I. Tocan: **Metodă de calcul al parametrilor de funcționare a sondelor productive, echipate cu piston liber expandabil cu ciclu controlat** 724—727

I. Zîrnă: **O nouă metodă de obținere a combustibilului de focare cu conținut redus de sulf, cu ajutorul cocsării întîrziate** 728—733

A. Șerbănescu, C. Constantinescu și V. Lerner: **Determinarea spectrofotometrică a vanadiului și a fierului din unele motorine românești** 734—737

Gh. Cioc: **Considerații asupra performanțelor noului indicator de eforturi în cablurile pentru foraj, de tipul cu defleeție, fabricat în România** 738—743

I. Nicolau și V. Rădulescu: **Asupra unor soluții noi, elaborate în R. S. România în problema torsiometriei îmbinărilor filetate ale garniturilor de foraj și ale coloanelor de tubaj** 744—749

CRONICĂ 750—752

DOCUMENTARE 752—756

SCURTE ȘTIRI 757—758

NOTE TEHNICE 758—759

RECENZII 733; 760

COMITETUL DE REDACȚIE
ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, dr. ing. Gh. ALDEA, ing. C. BURCEA, ing. C. CĂPRARU, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, econ. E. MAREȘ, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. Gh. PESCARU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUȘCOIU, ing. N. ROȘCA, ing. N. STOIANOV, ing A. ZBEREA, ing. Gh. ZINCULESCU, dr. ing. I. ZÎRNĂ
Redactor
ing. Aurelia Buricatu

petrom

EXECUTĂ PENTRU STRĂINĂTATE
următoarele lucrări în domeniul petrolului:

ÎN SECTORUL EXTRACTIV

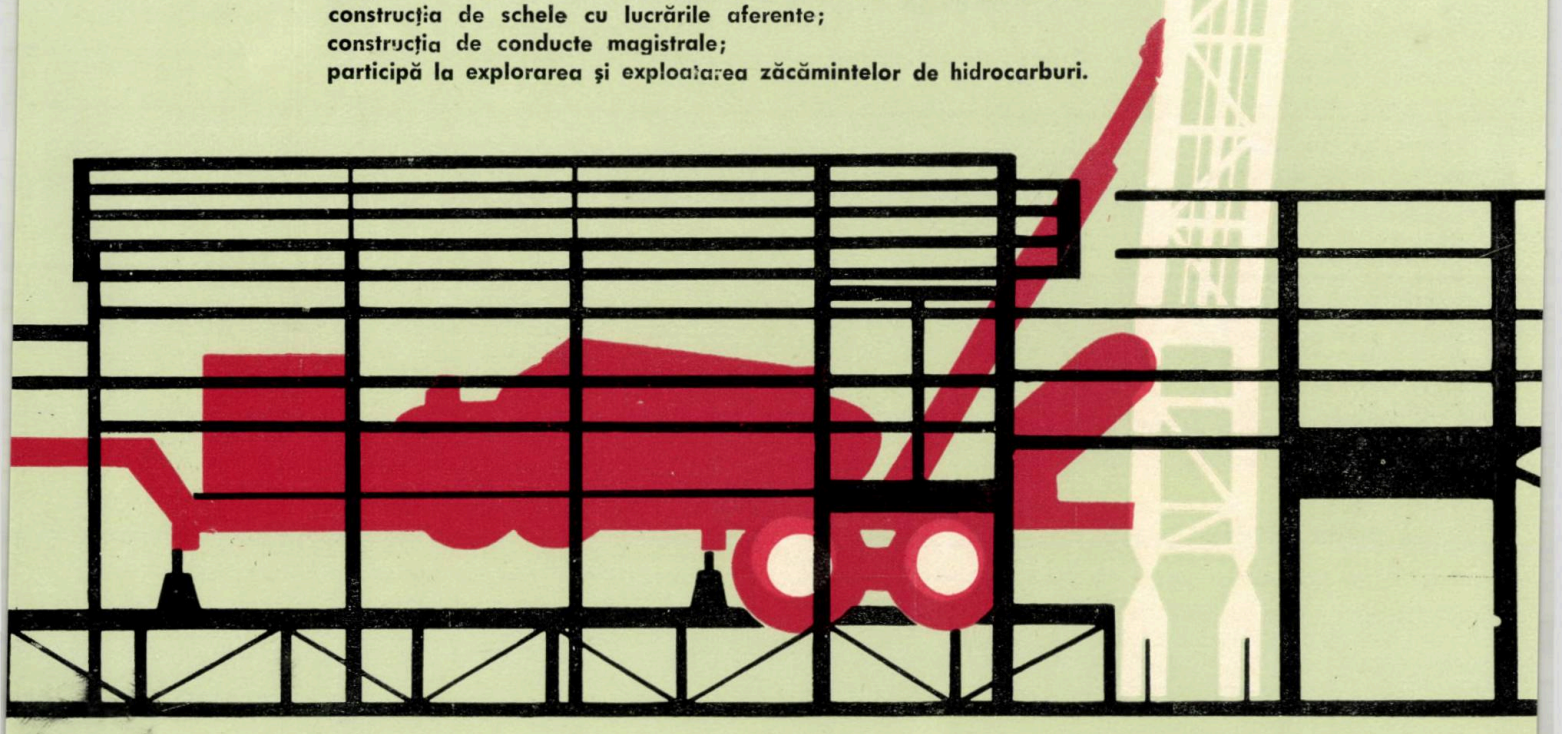
analize (petrofizice, petrografice — mineralogice, geochimice și paleontologice) pe eșantioane recoltate din aflorimente sau sonde;
studii geologice regionale de sinteză, pe baza datelor din analizele făcute pe eșantioane, întocmind hărți geologice, litofaciale, tectonice, structurale, geofizice de sinteză, hidrogeologice și de perspectivă pentru hidrocarburi;
proiecte de lucrări de prospecțiuni și explorare;
expertize geologice;
studii și proiecte de exploatare cu și fără menținerea presiunii pentru zăcăminte de petrol;
studii și proiecte privind activizarea și repunerea în exploatare a unor zăcăminte vechi;
studii și proiecte privind exploatarea zăcămintelor de țițeiuri grele și vîscoase prin folosirea metodelor tehnice moderne.

DOCUMENTAȚII ȘI PROIECTE PENTRU:

forajul sondelor și punerea lor în producție;
construirea de parcuri de colectare și separare țiței;
instalații de curățirea țițeiului;
instalații de degazolinare (prin termoadsorbție și absorbție);
instalații de deshidratare și comprimare gaze;
ateliere de întreținere — reparații în șantierele petroliere, inclusiv baze tubulare;
drumuri petroliere;
construirea de conducte în schele și magistrale.

EXECUTARE DE LUCRĂRI

prospecțiuni geologice prin cartare și foraj structural;
prospecțiuni gravimetrice terestre;
prospecțiuni electrometrice, prin metoda curenților telurici și a emițătorilor încrucișați;
prospecțiuni seismice prin metodele de refracție și reflecție;
înregistrări pentru studiul vitezelor în subsol (microseismocarotaje, seismocarotaje, lucrări Z V M);
forajul sondelor de toate categoriile și punerea lor în producție;
construcția de schele cu lucrările aferente;
construcția de conducte magistrale;
participă la explorarea și exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi.



CONTENTS

V. Stănescu, L. Sali: **Possible geological causes of the chemical differentiation of the crude oils from the oligocene of some oil structures.** 703—707

N. Baldovin: **Special equipment for the drilling and bringing-in of marine wells.** 708—716

M. Constantinescu: **The effects of hydraulic jets on the drilling process** 717—723

I. Tocan: **Method for the calculation of the operational parameters of producing wells equiped with an expanding plunger with controlled cycle** 724—727

I. Zîrnă: **A new method for the production of furnace fuel with a low sulphur content by means of delayed coking** 728—733

A. Şerbănescu, C. Constantinescu, V. Lerner: **Spectrophotometric determination of vanadium and iron in some Romanian gas oils** 734—737

Gh. Cioc: **Considerations regarding the performances of the new Romanian-made deflection-type stress indicator for drilling cables** 738—743

I. Nicolau, V. Rădulescu: **On some new solutions worked out in the Socialist Republic of Romania regarding the problem of the torsiometry of the threaded joints of drill pipes and casing strings** 744—749

V. Stănescu, L. Sali: **Possible geological causes of the chemical differentiation of the crude oils from the oligocene of some oil structures**

The analysis of the chemical composition of the crudes from the oligocene deposit in some structures of the Marginal Unit of the East Carpathians and from the inner Carpathian avantfosse reveals differentiations whose basic cause is connected with the geological evolution of each sector of the sedimentation basin.

In the oligocene of the structures examined three types of crude may be considered, each representing a certain transformation stage of the primary crude oil. The least developed crude type is to be found in the oligocene of some structures in Muntenia; it was formed in the miocene. In the oligocene of some Moldavian zones, the crude is more developed as a result of its formation already in the oligocene, while in other zones, the oligocene comprises crude oils with the most advanced evolution, due to their formation beginning as far back as the eocene.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12. p. 703
D.C. 551.781.5

N. Baldovin: **Special equipment for the drilling and bringing-in of marine wells**

The present work begins with a brief introduction into the marine drilling systems both with rigs leaning on the sea bottom and with submergible or semi-submergible rigs mounted on the sea bottom or on the surface, with the aim of presenting the special equipment used in these operations and of proposing a Romanian terminology besides of the English one.

The equipment presented is that manufactured by the firma ,,Cameron'' Iron Works.

The material was worked out based on the manual ,,Cameron Marine Systems'',

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 708
D.C. 622.24(26)

M. Constantinescu; **The hydraulic jet effects on the drilling process**

The jet of fluid affects the drilling process by the primary jet as well as by the cross flow generated when the primary jet is hitting the hole bottom. Study of jet effects shows that on 80 per cent of the bottom area the effect is proportional to the hydraulic flow impact magnitude.

The impact maximization would lead to the maximization of the effect on the drilling process. Besides useful effects the hydraulic jet could also bring about some adverse ones (circulation loss, bit weight reduction) which become more accentuated as the jet velocity increases.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 717
D.C. 622.243.14

I. Tocan: **Method for the calculation of the operational parameters of producing wells equiped with an expanding plunger with controlled cycle**

One of the most efficient methods of producing oil involves the use of the cycle—controlled, expanding plunger.

Therefore, a more thourough study of the engeneering factors effecting this method of artificial lift is not only necessary but very useful for the achievement of obtaining greater lifting efficiencies.

In this article, the author presents an analytical method for designing the performance of the free piston system in oil and gas production wells, equipped with cycle—controlled expanding plunger.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 724
D.C. 622.24

I. Zîrnă: **A new method for the production of furanee fuel with a low sulphur content, by means of delayed coking**

The possibility of the integration of the coking process into the complex scheme of the desulphurization of oil residues has been studied experimentally. The processing scheme resulting from the study is the following: the sulphurous heavy residue, containing 2,5% sulphur is subjected to coking, the working conditions being chosen so as to enable the obtention of a maximum yield of products distilling between 200 — 450°C and containing less sulphur than the other products. The desulphurization degree is more than 30%

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 728
D.C. 665.642.4

I. Nicolau, V. Rădulescu: **On some new solutions worked out in the Socialist Republic of Romania regarding the problem of the torsiometry of the threaded joints of drill pipes and casing strings**

In keeping with the up-to-date conception of the obligatory character of the controlled tightening of all the important threaded joints, two new solutions, recently achieved in the Socialist Republic of Romaniann for measuring and limiting respectively the torsional moment on screwing up the threaded joints of the drilling strings and casing strings are presented.

Some details are given concerning geometrical and mechanical considerations, measuring accuracy, constructive solutions adopted and estimations deduced from the experiments made at the well.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970,nr. 12, p. 744
D.C. 622.24.053

СОДЕРЖАНИЕ

В. Стэнеску, Л. Сали: Возможные геологические причины химического различия нефтей из олигоцена у нефтяных структур 703—707

Н. Балдовин: Специальное оснащение для бурения и ввода в производство прибережных скважин 708—716

М. Константинеску: Эффекты гидравлической струи в процессе бурения 717—723

И. Токан: Метод расчёта параметров работы продуктивных скважин оснащенных свободным расширяющимся поршнем с контрольным циклом 724—727

И. Зырнэ: Новый метод для получения топлива с пониженным содержанием серы при помощи задерживаемого коксования 728—733

А. Шербэнеску, К. Константинеску, В. Лернер: Спектрофотометрическое определение ванадия и железа у ряда румынских дизельных топлив 734—737

Г. Чок: В связи с достижениям нового показателя усилий в бурильных кантатах типа с дефлектором, произведенных в С. Р. Румыния 738—743

И. Николау, В. Рэдулеску: О ряде новых решении разработанных в Социалистической Республике Румыния по вопросу торзиометрии резьбовых соединении буровых труб и обсадных труб 744—749

В. Стэнеску, Л. Сали: **Возможные геологические причины химического различия нефтей из олигоцена у нефтяных структур.**

Анализ химического состава нефтей из олигоценовых резервуаров у ряда структур из крайней единицы Восточных Карпат и внутренней карпатской Аванфосы указывает на различия, основная причина которых связана с возрастом нефтей обусловленном геологической эволюцией каждого сектора из бассейна отложении. В расмотренных структурах можно различить три типа нефтей из олигоцена, из которых каждый представляет определенную стадию превращения первичной нефти. Тип наименее эволюированной нефти встречается в олигоцене ряда структур из Мунтении она образовалась во время миоцена. В олигоцене некоторых зон из Молдавии нефть более эволюирована, в результате ее образования еще в олигоцене, а в других зонах олигоцен содержит нефти наиболее эволюированные по причине их образования еще в эоцене.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 703
Д.К. 551.781.5

Н. Балдовин: **Специальное оснащение для бурения и ввода в производство прибережных скважин.**

В начале работы приводится общее введение по системам морского бурения как при помощи установок упирающихся на дно моря так и погруженными или полупогруженными установками, с превентерами смонтированными на дне моря или на поверхности, с целью представить специальное оснащение применяемое при этих операциях и предложить румынскую терминологию наряду с английской. Представляемое оснащение произведено английской фирмой ,,Камерон Айрон Уоркс''. При составлении материала пользовались руководством ,,Камерон Марин Системс''.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 708
Д.К. 622.24(26)

М. Константинеску: **Эффекты гидравлической струи в процессе бурения.**

Струя бурового раствора влияет на процесс бурения как своей первичной струей так и скрещивающимся (рассейвающимися) струями производимыми ударом первичной струи об подошву скважины. Изучение эффектов струи показывает что на 80 % поверхности подошвы, эффект пропорционален величине гидравлического импакта. Максимализирование импакта привело бы к максимализированию эффекта на процесс бурения. Но помимо полезных эффектов струя может производить и противоположные эффекты (циркуляционные потери, уменьшение нагрузки на долото) которые возрастают по мере увеличения скорости струи.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 717
Д.К. 622.243.14

И. Токан: **Метод расчёта параметров работы продуктивных скважин оснащенных свободным расширяющимся поршнем с контрольным циклом.**

Одним из наиболее эффективных методов добычи нефти состоит в использовании свободного расширяющего поршня с контрольным циклом. Поэтому более глубокое изучение факторов которые определяют этот метод искусственного фонтанирования не только необходимо, но и очень полезно для получения ряда больших выходов подъема. В этой статьре автор приводит аналитический метод расчёта для проектирования поведения (уточнение рабочего режима) системы с свободным поршнем в продуктивных нефтяных и газовых скважинах оснащенных расширяющимся поршнем, с контрольным циклом.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 724
Д.К. 622.24

И. Зырнэ: **Новый метод для получения топлива с пониженным содержанием серы при помощи задерживаемого коксования.**

Изучали опытным путём возможность интегрирования процесса коксования в комплексную схему обессеривания нефтяных остатков. Схема переработки которая получается в результате изучения следующая: тяжелый сернистый остаток, с содержанием 2,5 % серы подвергается коксованию, выбирая условия работы с таким расчётом что бы получить максимальный выход продуктов перегонки между 200—450°С и которые содержат меньше серы чем другие продукты. Степень обессеривания равна более 30 %.

Petrol şi Gaze, *21*, 1970, nr. 12, p. 728
Д.К. 665.642.4

И. Николау, В. Рэдулеску: **О ряде новых решении разработанных в Социалистической Республике Румыния по вопросу торзиометрии резьбовых соединений буровых труб и обсадных труб.**

Согласно современной концепции об объязательстве контролированного сжатия всех ответственных нарезанных соединений, приводят два новых решении реализованных в С. Р. Румыния по измерению и соответственно по ограничению момента сопротивления и кручению при завинчивании резьбовых соединений бурильной колонны и колонны обсадных труб. Даются подробности относительно: геометрических, механических соображений точности измерения, принятых конструктивных решений и оценка выведенная из испытаний проведенных на скважине.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 744
Д.К. 622.24.053

I N H A L T

V. Stănescu, L. Sali: **Mögliche geologische Ursachen der unterschiedlichen chemischen Beschaffenheit von Erdölen aus dem Oligozän einiger Erdölschichten** 703–707

N. Baldovin: **Sonderausrüstung für die Bohrung und Inbetriebnahme der Meeressonden** 708–716

M. Constantinescu: **Wirkung des Wasserstrahls beim Bohrvorgang** 717–723

I. Tocan: **Berechnungsverfahren der Betriebsparameter von Fördersonden, die mit freiem Expansionskolben mit kontrolliertem Kreislauf ausgerüstet sind** 724–727

I. Zîrnă: **Neues Herstellungsverfahren von Feuerungsbrennstoffen mit geringem Schwefelgehalt mit Hilfe der verzögerten Verkokung** 728–733

A. Şerbănescu, C. Constantinescu, V. Lerner: **Spektrophotometrische Bestimmung des Vanadiums und Eisens in einigen rumänischen Gasölen** 734–737

Gh. Cioc: **Erwägungen in bezug auf die Leistung des neuen Belastungsanzeigers für Bohrseile, eines Deflektortyps, der in der SR Rumänien hergestellt wird** 738–739

I. Nicolau, V. Rădulescu: **Über neue, in der SR Rumänien entwickelte Lösungen im Problem der Torsiometrie der Gewindeverbindungen bei Bohrgestängen und Rohrfahrten** 744–749

V. Stănescu, L. Sali: **Mögliche geologische Ursachen der unterschiedlichen chemischen Beschaffenheit von Erdölen aus dem Oligozän einiger Erdölschichten**

Die Analyse der chemischen Zusammensetzung von Erdölen in einigen aus dem Oligozän stammenden Schichten an den Ausläufern der Ostkarpaten und den inneren Karpatengebieten ergaben eine unterschiedliche Beschaffenheit, deren Hauptursache in Beziehung zum Alter des Erdöls steht und von der geologischen Entwicklung jedes Abschnittes im Ablagerungsbecken bedingt ist.

In den untersuchten Struckturen können drei Erdöltypen im Oligozän festgestellt werden, die jeweils ein gewisses Umgestaltungsstadium des primären Erdöls darstellt. Die am wenigsten entwickelte Erdölart ist im Oligozän der Strukturen Buştenari und Doftana anzutreffen. Diesses Erdöl entstand im Miozän. Im Oligozän der Zonen Zemeş, Foale, Tazlău und Moineşti weist das Erdöl eine weitgehendere Entwicklung auf, was auf seine bereits im Oligozän eintretende Entstehung zurückzuführen ist. In den Zonen Geamănu, Slănic und Stăneşti, erfasst das Oligozän Erdöle mit dem fortgeschrittensten Entwicklungsgrad, da diese bereits im Eozän entstanden sind.

Petrol şi Gaze, **21**,1970,nr.12,p. 703
D.K. 551.781.5

N. Baldovin: **Sonderausrüstung für die Bohrung und Inbetriebnahme der Meeressonden**

Der Verfasser gibt zunächst einen Überblick auf die Systeme der Sondenbohrung auf dem Meeresgrund sowohl mit Anlagen, die auf dem Meeresgrund verankert sind als auch mit verschiedenen Tauchanlagen, mit Eruptionspreventer am Meeresgrund oder an der Oberfläche. Bei dieser Gelegenheit werden einerseits die, bei diesen Operationen verwendeten Sonderanlagen dargelegt und andererseits, parallel mit der englischen, eine rumänische Therminologie vorgeschlagen.

Die beschriebene Anlage ist ein Erzeugnis der Firma „Cameron Iron Works". Bei der Aufstellung der Daten wurde das Handbuch „Cameron Marine Systems" benutzt.

Petrol şi Gaze,**21**,1970,nr.12,p. 708
D.K. 622.24(26)

M. Constantinescu: **Wirkung des Wasserstrahls beim Bohrvorgang**

Der Flüssigkeitsstrahl beeinflusst den Bohrvorgang sowohl durch den Primärstrahl als auch durch die, sich kreuzenden (gestreuten) Strahlen, die beim Aufprallen des Primärstrahls an der Bohrlochsohle entstehen.

Die Untersuchung der Strahlwirkung, ergab, dass auf 80% der Sohlenfläche die Wirkung im Verhältnis zum hydraulischen Aufprall steht. Eine höchtsmögliche Steigerung dieses Aufpralls würde eine maximale Wirkung auf den Bohrvorgeng zur Folge haben.

Ausser der positiven Wirkung kann der Strahl aber auch negative Erscheinungen bewirken (Umlaufverluste, Verminderung des Meisseldrucks) die umso grösser, sind, als die Strahlgeschwindigkeit gesteigert wird.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 717
D.K. 622.243.14

I. Tocan: **Berechnungsverfahren der Betriebsparameter von Fördersonden, die mit freim Expansionskolben mit kontrolliertem Kreislauf ausgerüstet sind**

Eines der wirksamsten Förderverfahren des Erdöls setzt die Verwendung des freien Expansionskolbens mit kontrolliertem Kreislauf voraus. Daher ist eine gründliche Untersuchung der Faktoren, die dieses Verfahren der künstlichen Eruption betreffen, nicht nur notwendig sondern für die Erzielung einer höchtsmöglichen Ausbeute von äusserstem Nutzen.

Der Verfasser beschreibt ein analytisches Berechnungsverfahren für die Bestimmung der Arbeitsbedingungen dieses Systems bei Fördersonden für Erdöl und Erdgas, die mit Expansionskolben mit kontrolliertem Kreislauf ausgerüstet sind.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 724
D.K. 622.24

I. Zîrnă: **Neues Herstellungsverfahren von Feuerungsbrennstoffen mit geringem Schwefelgehalt mit Hilfe der verzögerten Verkokung**

In experimenteller Weise wurde die Möglichkeit untersucht, den Verkokungsprozess in den komplexen Vorgang der Entschwefelung von Erdölrückständen einzugliedern. Das, aus der Untersuchung hervorgegangene Verarbeitungsschema sieht vor: der schwere, schwefelhaltige Rückstand (2,5% Schwefelgehalt) wird der Verkokung unterzogen, wobei die Arbeitsbedingungen so gewählt wurden, dass eine höchstmögliche Ausbeute an Erzeugnissen erzielt wird, die zwischen 200 – 450°C destiliert werden und die weniger Schwefel als die überigen Erzeugnisse enthalten. Der Entschwefelungsgrad liegt über 30%.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 728
D.K. 665.642.4

I. Nicolau, V. Rădulescu: **Über neue, in der SR Rumänien entwickelte Lösungen im Problem der Torsiometrie der Gewindeverbindungen bei Bohrgestängen und Rohrfahrten**

Im Einklang mit der modernen Konzeption eines verpflichtenden kontrollierten Festziehens aller wesentlichen Schraubverbindungen, werden zwei, vor kurzem in der SR Rumänien entwickelte Lösungen für des Messen bzw. die Begrenzung des Verdrehungsmoments beim Verschrauben der Gewindeverbindungen an Bohrgestänge und Verrohrungen beschrieben.

Im einzelnen werden die geometrischen und mechanischen Berücksichtigungen, die Messgenauigkeit, die angewandten Baulösungen und die Schlussfolgerungen der Teste im Bohrfeld dargelegt

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 744
D.K. 622-24.053

SOMMAIRE

V. Stănescu, L. Sali: **Les causes géologiques possibles de la différenciation chimique des bruts de l'oligocène, dans certaines structures pétrolifères.** 703—707

N. Baldovin: **Un équipement spécial pour le forage et la mise en production des sondes en mer.** 707—716

M. Constantinescu: **Les effets du jet hydraulique dans le processus de forage.** 718—723

I. Tocan: **Une méthode pour le calcul des paramètres du fonctionnement des sondes productives munies d'un piston librement expendable à cycle contrôlé** 724—727

I. Zîrnă: **Nouvelle méthode pour obtenir un combustible de foyers à faible teneur en soufre, par cokéfaction retardée.** 728—733

A. Şerbănescu, C Constantinescu, V. Lerner: **La détermination spectro-photométrique du vanadium et du fer dans certains gasoils roumains.** 734—737

Gh. Cioc. : **Considérations sur les performances du nouvel indicateur d'effort dans les câbles de forage du type à déflection fabriqués en Roumanie.** 738—743

I. Nicolau, V. Rădulescu: **Une solutions nouvelles du problème de la torsiométrie des assemblages à filet des garnitures de forage et des colonnes de tubage élaborées en Roumanie.** 744—749

V. Stănescu, L. Sali: **Les causes géologiques possibles de la différenciation chimique des bruts de l'oligocène dans certaines structures pétrolifères.**

L'analyse de la composition chimique des bruts des dépôts oligocènes dans quelques structures appartenant à l'unité marginale des Carpates Orientaux et à l'Avant-fosse carpatique interne, montre des différenciations dont la cause fondamentale est liée à l'âge des bruts, conditionné lui-même par l'évolution géologique de chaque secteur du bassin de sédimentation.

Dans les structures examinées, on peut distinguer trois types de bruts oligocènes, représentant chacun un certain stade de transformation du brut primaire. Le moins évolué de ces types de bruts se trouve dans l'oligocène de certaines structures de la Munténie. Sa formation remonte à l'époque miocène. Par contre, dans l'oligocène de certaines zones de Moldavie le brut est plus évolué par suite de sa formation dès l'oligocène. Enfin, dans d'autres zones, l'oligocène comprend des bruts dont le degré d'évolution est le plus avancé, leur formation ayant commencé dès l'éocène.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 703
C.D. 551.781.5

N. Baldovin: **Un équipement spécial pour le forage et la mise en production des sondes en mer.**

L'article commence par une introduction succinte dans le problème des systèmes de forage marin. On y envisage en même temps les systèmes à installations appuyées sur le fond et ceux dont les installations sont submersibles ou semisubmersibles et les ,,preventers'' montés au fond de la mer ou en surface.

Cette introduction est nécessaire à la présentation de l'équipement spécial utilisé au cours des opérations de cette sorte et à la proposition d'une terminologie roumaine à côté de la terminologie anglaise.

L'équipement présenté est fabriqué par la ,,Comeron Iron Works''.

Dans l'élaboration de cet exposé nous nous sommes servis du manuel de la ,,Cameron Marine Systems''.

PetrolşiGaze *21*,1970,nr.12,p.
Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 708
C.D. 622.24(26)

M. Constantinescu: **Les effets du jet hydraulique dans le processus de forage**

Le jet de fluide influence le processus de forage tant par le jet primaire, que par les jets croisés produits par le choc du jet sur le fond du trou.

L'étude des effets du jet montre que sur 80% de la surface du fond, l'effet est proportionnel à l'amplitude du choc hydraulique. On obtient le maximum d'effet au cas ou le choc se caractérise par une valeur maximale. Mais, à côté des effets utiles, le jet peut également produire des effets adverses (perte de circulation, réduction du poids sur le trépan), qui sont d'autant plus accentués que la vitesse du jet est plus grande.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 717
C.D. 622.243,14

I. Tocan: **Une méthode pour le calcul des paramètres du fonctionnement des sondes productives munies d'un piston librement expendable à cycle contrôlé**

L'une des plus efficientes méthodes d'extraction du brut implique l'utilisation du piston librement expendable à cycle contrôlé. Il en résulte qu'une étude plus approfondie des facteurs qui influencent cette méthode d'éruption artificielle est non seulement nécessaire, mais encore très utile pour l'obtention de rendements d'ascension supérieurs.

L'auteur présente une méthode analytique de calcul servant à établir les conditions du comportement (l'établissement du regime de travail) du système à piston libre chez les sondes productrices de brut et de gaz équipées d'un piston expendable à cycle contrôlé.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 724
C.D. 622.24

I. Zîrnă: **Nouvelle méthode pour obtenir un combustible de foyers à faible teneur en soufre, par cokéfaction retardée**

L'auteur a étudié expérimentallement la possibilité de l'intégration du processus de cokéfaction dans le schéma complexe de désulfuration des résidus pétroliers. Le schéma d'usinage résultant de cette étude est le suivant : le résidu lourd, sulfureux contenant 2,5% de soufre est soumis à la cokéfaction,les conditions de travail étant choisies de manière à obtenir un rendement maximum de produits distillant entre 200 et 450° C et renfermant moins de soufre que les autres produits.

Le degré de désulfuration dépasse 30%.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 728
C.D. 665.642.4

I. Nicolau, V. Rădulescu: **Une solution nouvelle du problème de la torsiométrie des assemblages à filet des garnitures de forage et des calonnes de tubage e'labores en Roumanie**

En concordance avec la conception moderne du serrage contrôlé obligatoire de tous les assemblages à filet importants, on présente deux solutions nouvelles, réalisées récemment en République Socialiste de Roumanie pour mesurer et, respectivement, limiter le moment de torsion au vissage des assemblages à filet des garnitures de forage et des colonnes de tubage.

On donne des détails sur : les considérations géométriques et mécaniqes, la précision du mesurage, les solutions constructives adoptées et les appréciations déduites des expériences effectuées à la sonde.

Petrol şi Gaze, **21**, 1970, nr. 12, p. 744
C.D. 622.24.0 53

Cauzele geologice posibile ale diferenţierii chimice a ţiţeiurilor din oligocenul unor structuri petrolifere

V. Stănescu şi
L. Sali

Oligocenului din Unitatea marginală a Carpaţilor Orientali şi din substratul Avanfosei carpatice interne îi revine o importanţă petroliferă deosebită, datorită, pe de o parte, caracterului său bituminos, iar pe de altă parte, zăcămintelor pe care le cuprinde.

L. Mrazec (1922), I. Novac (1922), G. Macovei (1924, 1938), precum şi alţi geologi au atras atenţia asupra şisturilor menilitice, a şisturilor disodilice şi a calcarelor bituminoase sau asupra altor roci pelitice oligocene, ca, de exemplu, argilele din complexul stratelor de Pucioasa (G. Popescu, 1940), care au caracterele unor veritabile roci—mame de hidrocarburi şi care, prin acestea, conferă oligocenului calitatea de formaţiune de petrol (G. Macovei, 1924, 1938).

Cercetările bituminologice întreprinse în ultimii ani asupra unor roci pelitice oligocene demonstrează caracterul lor bituminos, confirmîndu-le atributul de roci petroligene (V. Cerchez şi S. Anton, 1967).

Totodată, oligocenul cuprinde rezervoare în prezenţa gresiei de Lucăceşti, a gresiei de Kliwa, a gresiei Suprakliwa, petrolifere în mai multe structuri din Unitatea marginală (Geamăna, Toporu, Zemeş, Foale-Tazlău-Moineşti, Stăneşti, Solonţ, Dofteana, Larga, Slănic, Cerdac ş.a.) şi a gresiei de Kliwa inferioară şi superioară (nisipuri de Buştenari), petrolifere pe marginea sudică a Pintenului de Văleni şi pe marginea internă a Avanfosei carpatice (Buştenari, Runcu, Cîmpina, Copăceni, Gura Vitioarei, Cărbuneşti). Aceste rezervoare, atunci cînd sînt petrolifere, cuprind acumulări considerate de către cei mai mulţi cercetători ca primare, în sensul formulat de E. Tiratsoo (1951) şi I. O. Brod (1951).

Studiul compoziţiei ţiţeiurilor din oligocen realizat deocamdată în parte (C. Creangă, F. Dumitrescu, C. Dumitrescu, V. Caraiani, C. Lerescu, V. Negrescu, P. Neacşu, S. Rădulescu, L. Orăşanu, L. Petrovici, G. Vidraşcu), pe un număr relativ mic de probe extrase din cîteva zăcăminte din Moldova şi din Muntenia arată o serie de diferenţieri importante în compoziţia chimică a petrolurilor oligocenului, care nu pot fi explicate decît prin unele particularităţi ale formării petrolurilor oligocenului în diferite sectoare, condiţionate la rîndul lor de evoluţia geologică diferită a sectoarelor care compun bazinul oligocen. Asemenea diferenţieri în compoziţia petrolurilor se referă la valorile indicilor structurali (proporţiile de carbon parafinic, de carbon aromatic şi de carbon naftenic) şi la valorile indicilor de calitate (proporţiile de fracţiuni uşoare, de ceruri, de răşini şi de sulf), redate în tabela 1.

Raporturile în care se găsesc indicii structurali şi indicii de calitate se deduc din figura 1, care permite unele constatări, şi anume:

1) Valorile indicilor structurali ai ţiţeiurilor din oligocenul structurilor menţionate sînt interdependente, în sensul că proporţia de carbon legat în hidrocarburi naftenice variază invers cu proporţia carbonului legat în hidrocarburi parafinice şi aromatice.

2) Curba de variaţie a proporţiei de sulf, care de altfel se menţine în domenii scăzute (0,1—0,6%), apare cu o remarcabilă independenţă faţă de curbele de variaţie ale celorlalţi indici de calitate, dar ea se corelează aproape în toate cazurile cu curba de variaţie a proporţiei de carbon legat în structurile naftenice.

3) Între curbele de variaţie a proporţiei de răşini şi a proporţiei de ceară (parafină) se constată o dependenţă directă; ambele curbe indică însă o variaţie inversă a proporţiei de ceară şi de răşini cu proporţia de fracţiuni uşoare (distilat pînă la 200°C).

4) La rîndul său, proporţia de fracţiuni uşoare are acelaşi sens de variaţie cu proporţia de carbon parafinic, în toate cazurile, exceptînd petrolul din structura S_1.

După indicatorii chimici folosiţi, petrolurile din structurile analizate se diferenţiază în trei grupe: prima grupă o formează petrolurile din structurile B şi D, a doua grupă cuprinde petrolurile din structurile Z, F, T şi M, iar celei de-a treia grupe îi revin petrolurile din structurile G, S şi S_1.

Între aceste trei grupe apar o serie de deosebiri în compoziţia chimică, evident mai mari între prima grupă şi celelalte două.

TABELA 1

Valorile indicilor chimici ai petrolurilor oligocenului

Indici chimici / Structura	Indici structurali			Indici de calitate				Coeficientul de transformare a naftenelor, $k = \frac{A.P^3}{N^4}$	Valori medii pe grupă
	C_P	C_N	C_A	c	r	s	d		
B	52	31	17	2	12	0,5	34	2,58	1,71
D	51	37	12	7,1	14	0,19	30	0,85	
Z	59	28	13	13	13	0,55	21	4,34	
F	58	30	12	13	13	0,61	20	2,90	
T	59	26	15	13	13	0,55	20	6,72	5,15
M	60	26	14	12	13	0,42	21	6,62	
S_2	60	22	18	3	9	0,31	34	16,59	
G	61	22	17	3,6	6,4	0,12	44	16,47	15,30
S_1	62	23	15	12,2	13,5	0,28	17,6	12,77	

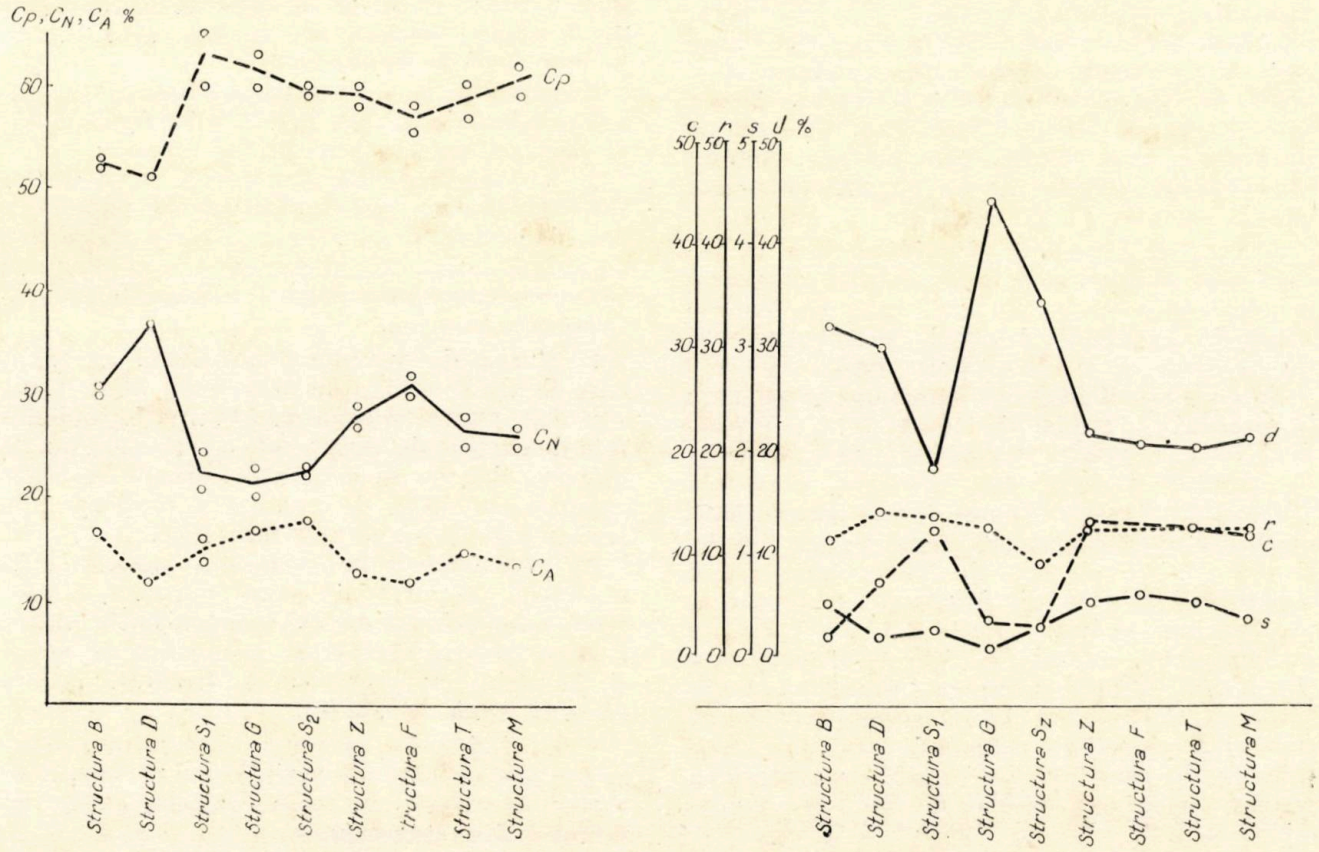


Fig. 1. Curbe de variație a valorilor unor indicatori chimici ai petrolului din oligocen pe unele structuri.
Valorile sînt luate după V. Caraiani et. al, 1968, op. cit. (3), C. Creangă et al., 1960, op. cit. (5). C. Lerescu et al. 1969, op. cit. (10).

Pricipalele diferențieri sînt marcate de proporția de hidrocarburi naftenice (maximă în cazul petrolurilor din structurile B și D), de proporția de ceară (variabilă în limite largi pentru petrolurile din a treia grupă și constant ridicată pentru petrolurile din grupa a doua), de proporția de sulf (în general mai mică pentru petrolurile din grupa a treia), de proporția de distilat (maximă pentru petrolurile din grupa a treia, minimă pentru petrolurile din a doua grupă).

Din aceste diferențieri, rezultă că petrolurile din oligocenul structurilor menționate se situează pe trepte diferite ale transformării chimice,

unele mai avansate decît altele. Problema stabilirii eşalonării acestor trepte şi a cauzelor care au determinat-o implică numeroase dificultăţi de rezolvare, datorită numărului mare de factori generali sau particulari, regionali sau locali, care pot modifica compoziţia petrolului.

Deosebirile referitoare la compoziţia petrolurilor naturale pot avea cauze primare sau cauze secundare. Primele se referă la deosebirile din compoziţia materiei prime din care s-a format petrolul şi la deosebirile dintre condiţiile fizice şi chimice ale bituminizării; ele determină formarea unor petroluri care încă de la apariţia lor au compoziţii diferite. Cauzele secundare acţionează asupra petrolului deja format si au un larg domeniu de manifestare, în zona de catageneză şi în zona de hipergeneză, condiţionat de filtraţia petrolului în procesele migraţiei, de compoziţia şi de însuşirile rocilor prin care se realizează migraţia sau în care se acumulează petrolul, de raporturile dintre petrol şi apele subterane, de temperatură, de bacteriile anaerobe, de vîrsta geologică a petrolului ş.a.

Dacă se are în vedere faptul că toate petrolurile din oligocenul structurilor menţionate provin dintr-o materie organică iniţială, cu compoziţie nediferenţiată, sedimentată în bazinul oligocen, se deduce că, după toate probabilităţile, în pelitele oligocenului s-a format un petrol cu o compoziţie uniformă peste tot în cuprinsul ariei de depunere a formaţiunii bituminoase şi că diferenţierile care se constată în prezent cu privire la compoziţia petrolurilor din oligocenul diferitelor structuri reprezintă rezultatul cauzelor secundare, epigenetice.

Răspunsul la întrebarea cu privire la compoziţia primară a petrolului format în pelitele oligocenului poate fi dat luînd în considerare aspectele termodinamice ale bituminizării, studiate de A. F. Dobrianski (1958, 1963), de A. A. Karţev (1964, 1968), de V. A. Sokolov (1965), de B. Tissot (1966) ş.a., care duc la concluzia că petrolul primar are o compoziţie naftenică, caracterizată prin predominarea structurilor naftenice şi a structurilor complexe hetero-atomice, asupra celorlalte structuri organice.

Din acest petrol primar derivă, în zona de catageneză, petrolurile parafinice şi aromatice. Asupra proceselor de formare a hidrocarburilor parafinice şi aromatice din hidrocarburi naftenice, A. N. Reznikov (1967) întrevede următoarea posibilitate:

$$4C_nH_{2n} \rightarrow C_nH_{2n-6} + 3C_nH_{2n+2}$$

care se poate realiza cu o energie termică relativ joasă (30 — 130°C), obişnuită pentru zona de catageneză.

Dacă denaftenizarea petrolurilor este un proces natural real şi se realizează după schema menţionată, atunci este posibil să se compare petroluri cu compoziţie chimică diferită şi să se stabilească atît treapta de evoluţie pe care se află ele, cît şi diferenţele de vîrstă dintre petrolurile examinate.

Pe baza considerentelor expuse şi a observaţiilor de teren făcute de cercetători, trebuie să se admită că petrolul din oligocenul structurilor analizate a fost, în toate cazurile, iniţial naftenic şi că măsura în care s-a accentuat caracterul parafino-aromatic sau parafinic în dauna caracterului naftenic indică gradul de transformare naturală a petrolului, în timp geologic, în zona de catageneză.

Autorii sînt de părere că cele trei grupe de petroluri examinate se situează pe trei trepte de evoluţie, începînd cu prima grupă, care cuprinde petroluri mai puţin transformate, şi terminînd cu grupa a treia, formată din petrolurile cele mai evoluate din punct de vedere chimic. Aprecierea comparativă a gradului de transformare şi de evoluţie a acestor petroluri se poate face luînd în consideraţie coeficientul de transformare a naftenelor propus de A.N. Reznikov (1967):

$$k_n = f\left(\frac{q\,C_nH_{2n-6} \cdot q^3C_nH_{2n+2}}{q^4C_nH_{2n}}\right), \qquad (1)$$

formulă care se poate scrie prescurtat astfel:

$$k_n = f\left(\frac{A \cdot P^3}{N^4}\right), \qquad (2)$$

în care A, P, N sînt proporţiile (în greutate) de hidrocarburi parafinice, aromatice şi, respectiv, naftenice din petrol.

În cazul petrolurilor din oligocenul structurilor examinate, valorile coeficientului de transformare a hidrocarburilor naftenice sînt prezentate în tabela 1, ca valori individuale şi ca valori medii, pe grupe de petroluri. Aceste valori indică o evoluţie redusă pentru petrolurile din oligocenul din structurile B şi D, dar mult mai avansată pentru petrolurile oligocenului din structurile G, S_2 şi S_1.

Mai înainte s-au menţionat o serie de factori fizici, geologici, hidrogeologici, geochimici şi biochimici care pot interveni, în general, în procesele transformării petrolului în natură. În exemplele examinate însă numărul acestor factori pare să fie foarte restrîns sau în orice caz acţiunea factorilor teoretici posibili a fost destul de uniformă pentru toate petrolurile din rezervoarele oligocenului.

Înainte de toate, migraţia în afara rezervoarelor nu a putut produce diferenţieri în compoziţia petrolurilor, pentru că în toate cazurile ea a fost o migraţie apropiată, care nu a depăşit pe verticală limitele formaţiunii de petrol. De asemenea, compoziţia mineralogică a rezervoarelor oligocenului, ca şi condiţiile fizice ale migraţiei în interiorul rezervoarelor au prezen-

tat o atare uniformitate, care nu a putut contribui la diferențierea petrolurilor. Istoria geotermică a diferitelor sectoare ale bazinului oligocen, ca și condițiile geotermice actuale ale structurilor și ale zăcămintelor examinate, par a nu prezenta deosebiri atît de mari, care să determine intensități diferite de transformare a petrolurilor în timp și, implicit, diferențieri importante de compoziție. La fel, apele care vin în contact cu petrolurile analizate, a căror compoziție chimică și al căror grad de agresivitate față de petrol sînt destul de uniforme pentru toate structurile menționate, precum și condițiile radioactive de zăcămînt care nu se cunosc dar se presupun a fi asemănătoare în oligocenul Unității marginale și pe marginea Pintenului de Văleni, duc la concluzia că acești factori nu au avut un rol important în diferențierea compoziției petrolurilor.

În aceste condiții, cauza cea mai probabilă a diferențierilor în compoziția petrolurilor examinate o reprezintă, după părerea autorilor, timpul geologic, adică vîrsta geologică diferită a petrolurilor.

D. H. Welte (1965) a arătat că transformarea materiilor organice în petrol este un proces complex, guvernat de temperatură, care se produce după îngroparea sedimentelor la adîncimi ale căror condiții termice determină reorganizarea structurilor organice primordiale în structuri hidrocarburice. Un depozit sedimentar bogat în materii organice, care în epoca schimbărilor primare nu a avut condițiile termice necesare bituminizării, poate constitui o sursă de petrol (gaze) în epoca schimbărilor secundare, dacă, după compactare, el atinge adîncimile cu temperatura critică de formare a hidrocarburilor.

Concepția lui D. H. Welte a fost verificată în cercetările efectuate în unele bazine din S.U.A. [11] și din Franța [12]; ea poate fi luată în considerație și pentru explicarea vîrstei diferite a petrolurilor din oligocenul unor zone petrolifere ale țării noastre, fără a afecta caracterul autohton al petrolului în sectoarele bazinului care cuprind aceste zone.

În modul arătat, autorii înclină să presupună că petrolul din oligocenul structurilor Z, F, T, M, S_2, S_1, D și B deși se află pretutindeni în formațiunea de petrol, s-a format în epoci diferite, întrucît condițiile geotermice ale bituminizării au afectat în epoci diferite pelitele oligocenului bogate în materii organice.

Pentru a acorda mai mult credit acestei ipoteze, ar trebui întreprinse cercetări de determinare a vîrstei absolute a fiecăruia dintre petrolurile menționate.

O metodă indirectă de apreciere a vîrstei petrolului a fost propusă de A. N. Reznikov (1967); ea a se bazează pe relația dintre coeficientul de transformare a hidrocarburilor naftenice din petrol, temperatura de zăcămînt și vîrsta petrolului și se poate exprima astfel:

$$\frac{1}{k} = b + a\,\frac{1}{g \cdot t}, \qquad (3)$$

în care:

- k este coeficientul de transformare a naftenelor;
- $g \cdot t$ — geocronoterma (produsul dintre vîrsta orizontului petrolifer, exprimată în milioane de ani și temperatura de zăcămînt, exprimată în sute de grade Celsius);
- a, b — constante cu valori de 71,4 și, respectiv, de 0,245.

Din formula (3) se deduce că:

$$T = \frac{100\,a}{\left(b + \frac{1}{k}\right) t}, \qquad (4)$$

în care:

- T este vîrsta petrolului, milioane ani;
- k — coeficientul de transformare a naftenelor;
- t — temperatura de zăcămînt, °C;
- a, b — constante cu valori de 71,4 și, respectiv, de 0,245.

În lucrare s-a folosit relația (4) pentru aprecierea vîrstei petrolurilor din oligocenul structurilor examinate, luînd pentru coeficienții a și b valorile indicate de A. N. Reznikov și verificate de autor în exemplul unor petroluri din U.R.S.S. Rezultatele obținute sînt exagerat de mari, ceea ce a determinat calcularea valorilor acestor coeficienți, în condițiile petrolurilor din oligocenul structurilor noastre. Utilizînd metoda celor mai mici pătrate, s-au dedus valorile coeficienților a și b, de 15, 20 și, respectiv de 0,60.

Rezultatele calculului vîrstei petrolurilor din oligocen sînt înscrise în tabela 2.

Din calcul rezultă că vîrsta petrolurilor din oligocenul structurilor examinate se înscrie într-un larg interval de timp (de la 18 la 51 mil. ani), care ar corespunde în scara stratigrafică cu intervalul de la miocenul inferior pînă la eocenul inferior.

Petrolurile din oligocenul structurilor S_1, S_2, și G, cele mai evoluate din punct de vedere chimic, par a se fi format începînd din epoca eocenă; petrolurile din structurile F, T, M s-au format în epoca oligocenă, eventual începînd de la sfîrșitul eocenului (în cazul structurii Z), iar petrolurile din structurile B și D s-au format începînd din miocen (eventual de la sfîrșitul oligocenului, în cazul structurii B). Astfel, numai petrolurile oligocenului, care au coeficienți mici de transformare a naftenelor

TABELA 2

Vîrsta petrolurilor din oligocenul unor structuri petrolifere

Structura	t°	k	Vîrsta petrolului, mil. ani T	Concluzia
B	55	2,58	27	Petrol autohton, a cărui formare a început la sfîrșitul epocii oligocene
D	45	0,85	18	Petrol autohton, format în epoca miocenă
Z	50	4,34	36	Petrol autohton, a cărui formare a început la sfîrșitul epocii eocene
F	55	2,90	30	Petrol autohton, format în epoca oligocenă
T	65	6,72	31	Petrol autohton, format în epoca oligocenă
M	65	6,62	31	Petrol autohton, format în epoca oligocenă
S_2	50	16,59	43	Petrol a cărui formare a început în epoca eocenă
G	45	16,47	51	Petrol a cărui formare a început în epoca eocenă
S_1	45	12,77	49	Petrol a cărui formare a început în epoca eocenă

(0,85—6,72), sînt autohtone, spre deosebire de celelalte, care, în parte, sînt autohtone iar, în parte, s-au format în depozitele eocenului.

Autohtonia petrolului din oligocen, ca și posibilitatea formării hidrocarburilor în eocenul superior în faciesul stratelor de Bisericani, sînt cunoscute și nu mai comportă discuții. Ele explică satisfăcător compoziția chimică a petrolurilor din oligocenul structurilor S_1, S_2, G, Z, F, T și M, în legătură cu formarea acestor petroluri în epocile eocenă și oligocenă.

Nu există nici un motiv pentru a exclude autohtonia petrolurilor oligocenului din structurile B și D dar, după compoziția lor, acestea trebuie să se fi format într-o epocă mai tîrzie.

În ceea ce privește zona structurală B, vîrsta mai nouă a petrolului se poate explica prin aceea că paleogenul din acest sector, după cutarea sa în faza savică a fost exondat și erodat parțial, înainte ca întreaga materie organică din pelitele oligocenului să se fi transformat în hidrocarburi. Abia în timpul helveția-nului, cînd s-a produs scufundarea și îngroparea paleogenului, au fost întrunite condițiile termice necesare transformării integrale în hidrocarburi a materiei organice din pelitele oligocene. Prin această explicație se exclude posibilitatea ca petrolul din rezervoarele oligocenului din structura B să provină din surse miocene sau pliocene, pe considerentul că petrolurile din helveția-nul și din meoția-nul aceleiași zone au o compoziție chimică diferită de aceea a petrolului din oligocen.

Cu privire la petrolul oligocenului din structura D este posibil ca acesta să se fi format după punerea în loc a Pînzei de Tarcău (tortonian), condiționat de scufundarea unității inferioare în domeniul temperaturilor necesare bituminizării.

Probabilitatea ca compoziția chimică a petrolurilor din oligocenul zonelor B și D să reprezinte consecința unei evoluții inverse, de la tipul parafino-aromatic la unul naftenic, este considerată greu de realizat și, în orice caz, pînă acum o asemenea evoluție chimică nu și-a găsit o rezolvare teoretică acceptabilă în lucrările de specialitate.

BIBLIOGRAFIE

1. Biener, F. și Louis, M.: În: Rev. de l'Instit. Franç. du Pétrole, **X**, nr. 5, 1955.
2. Byramjee, R. În: Rev. de l'Instit. Franç. du Pétrole **XXII**, nr. 5, 1967.
3. Caraiani, V., Petrovici, L. și Vidrașcu, G.: În: Petrol și gaze, **XIX**, nr. 9, 1968.
4. Cerchez, V. T. și Anton, S. În: Rev. de l'Instit. Franç. du Pétrole, **XXII**, nr. 12, 1967.
5. Creangă, C., Dumitrescu, F., Negrescu V., Caraiani, V., Neacșu, P. și Rădulescu, S. În: Rev. Chimie, **VII**, nr. 1, 1962.
6. Dobryansky, A. F. În: Rev. de l'Instit. Franç. du Pétrole, **XVII** nr. 1, 1963.
7. Dumitrescu, C. Considerații asupra evoluției petrolurilor românești. Com. Stat Geol. D. d. S. Sed., L. II/3 (1963, 1965).
8. Gadji-Kasumov, A. S. În: Nefti i gaz, **2**, 1969.
9. Karțev, A. A. În: Geol. nefti i gaza, nr. 4, 1968.
10. Lerescu, C., Orășanu, L. În: Petrol și gaze, **XX**, nr. 6, 1969.
11. Philippi, G. T. În: „Geochim., Cosmochim. Acta", **29**, nr. 9, 1965.
12. Tissot, B. În: Rev. de l'Instit. Franç. du Pétrole, **XXI**, nr. 11, 1966.
13. Welte, H. D. În: Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., **49**, nr. 12, 1965.
14. Rezikov, A. N. În: Gheol. nefti i gaza, nr. 5, 1976.

Echipament special pentru forajul şi punerea în producţie a sondelor pe mare*

N. P. Baldovin

Forajul marin poate fi împărţit în două categorii :

a. cu instalaţii de foraj sprijinite pe fundul mării fixe sau mobile (Fixed Platforms or Battom Suported Platforms) ;

b. cu instalaţii de foraj submersibile sau semisubmersibile (Submersibile or Semisubmersibile rigs).

În general la instalaţiile sprijinite pe fundul mării se folosesc capete de coloană convenţionale şi prevenitoare de erupţie montate la suprafaţă, pe cînd la instalaţiile plutitoare capetele de coloană şi prevenitoarele sînt montate pe fundul mării.

Platformele fixe sînt, de fapt nişte insule artificiale.

Sondele săpate pe ele au echipamentul similar cu cele săpate pe uscat, deci nu este interesant.

— Forajul marin la care capetele de coloană sînt fixate la nivelul fundului mării şi apoi sînt prelungite pînă la suprafaţă la instalaţia de foraj unde se montează prevenitoarele, se numeşte ,,foraj marin cu prevenitoarele la suprafaţă" (Mudline Suspension) (26).

— Forajul marin la care capetele de coloană şi prevenitoarele sînt fixate la nivelul fundului mării se numeşte :

,,Foraj submarin cu prevenitoarele pe fundul mării". (Underwater drilling) (47).

Schematic tipurile de foraj marin pot fi redate astfel :

a) Foraj marin cu prevenitoarele la suprafaţă. (Mudline Suspension) cu instalaţii pe piloţi	Platforme fixe (1) (Fixed Platforms)	Platforme fixe cu picioare pe piloţi ficşi
	Platforme sprijinite pe fundul mării (2) Autoridicătoare (Bottom supported rig Jack-up rig)	Platforme mobile suportate (amplasate) pe picioare telescopice
b) Foraj submarin cu prevenitoarele pe fundul mării. (Underwater drilling)	Platforme submersibile (3) (Submersible rig)	Platforme plutitoare cu flotorul sub nivelul de turbulenţă al apei
Cu instalaţii plutitoare	Platforme semisubmersibile (4) (Semisubmersible) rig)	Platforme prevăzute cu un vas cu care poate pluti şi cînd este cazul se poate sprijini pe fundul mării.
	Instalaţii plutitoare Vase de foraj (Floating rig) (5)	Platforme plutitoare care nu se sprijină pe fundul mării

* *Propuneri pentru o terminologie românească în paralel cu terminologia în limba engleză după ,,CAMERON MARINE SYSTEMS."*

Operaţiile de foraj cu prevenitoarele la suprafaţă sînt oarecum limitate la unele tipuri de platforme sprijinite pe fundul mării.

Operaţiile de forj cu prevenitoarele montate pe fundul mării pot fi efectuate cu orice tip de

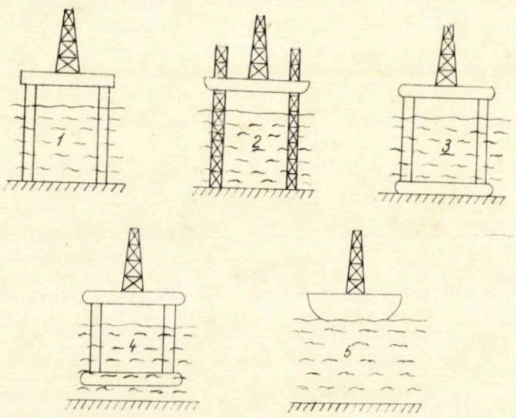


Fig. 1. Tipuri de instalaţii pentru forajul marin :

1 — platforme fixe cu picioare pe piloţi ficşi ; *2* — platforme mobile suportate (amplasate) pe picioare telescopice ; *3* — platforme plutitoare cu flotorul sub nivelul de turbulenţă al apei ; *4* — platforme prevăzute cu un vas cu care poate pluti şi cînd este cazul se poate sprijini pe fundul mării ; *5* — platforme plutitoare care nu se sprijină pe fundul mării.

instalaţie de foraj marin, dar sînt mai potrivite pentru instalaţiile submersibile (platforme sau vase) sau platforme mobile sprijinite pe fundul mării.

Mişcarea continuă a unei instalaţii plutitoare impune montarea capetelor de coloană şi a prevenitoarelor pe fundul mării, aceasta cu atît mai mult cu cît în cazuri de furtună pe mare instalaţia de foraj poate fi împinsă şi luată de pe locaţie.

Există însă cazuri cînd platformele sprijinite pe fundul mării, ca, de exemplu, platformele autoridicătoare (Jack-up Platforms) sau instalaţii de foraj submersibile, pot să folosească echipamentul pentru fixarea capetelor de coloană şi a prevenitoarelor la suprafaţă.

Şi într-un caz, şi în altul, coloanele sondei sînt fixate cu agăţătoare de coloană (hangers) la nivelul fundului mării, dar apoi, în cazul forajului marin cu prevenitoarele la suprafaţa coloanelor, sînt prelungite pînă la platformă, unde se montează prevenitoarele ; în cazul forajului submarin, prevenitoarele se montează pe fundul mării.

După ce sonda a fost săpată şi, eventual, proba de producţie efectuată, se demontează atît prevenitoarele, cît şi prelungirea coloanelor de la fundul mării pînă la suprafaţă, dacă este

cazul, şi se instalează un capac etanş pe gura de sondă, la nivelul fundului mării.

Ulterior, cînd zăcămîntul a fost conturat şi totul este gata pentru punerea în producţie a sondelor, se dau la o parte capacele de la gurile sondelor, şi acestea sînt puse în producţie, fie utilizînd capete de erupţie pe fundul mării, fie prelungind din nou coloanele de la fund pînă la suprafaţă la platforma de producţie nou instalată şi montînd capete de erupţie convenţionale. PRELUNGIREA COLOANEI (6) = (EXTENSION STRING).

Suspendarea coloanelor la nivelul fundului mării dă posibilitatea instalării capului de erupţie atît pe fundul mării, cît şi la suprafaţă, pe platformă. Sistemul permite operatorului să sape o singură sondă sau toate sondele din şantierul său dacă este cazul, dar poate să şi amîne decizia sa asupra modului de punere în producţie pînă cînd are suficiente date pentru a lua această hotărîre.

Dacă decide să instaleze o platformă, el poate să amîne instalarea ei pînă cînd este în măsură să hotărască cîte sonde să fie pe platformă şi care să fie cele mai potrivite instalaţii pentru producţie, colectare, separare şi transport.

★

Indiferent de locul de fixare a prevenitoarelor, la fund sau la suprafaţă, prima coloană tubată poartă numele de COLOANA DE PROTECŢIE (7) (CONDUCTOR PIPE). Ea are rolul de a preveni dărîmarea formaţiunilor slabe din imediata vecinătate a fundului mării, are o lungime de 30 — 60 m şi de obicei este de 24,30 sau 34 in, constituită din burlane sudate.

Există trei metode de fixare a coloanei de protecţie : 1) introducerea cu jet de circulaţie ; 2) presarea în teren ; 3) săparea normală a unei găuri pe fundul mării.

După introducere în teren, coloana de protecţie este cimentată în spate.

Pe cînd unele sonde sînt începute şi coloana de protecţie este introdusă fără nici un ghidaj, altele sînt începute lansînd mai întîi pe fundul mării o aşa numită BAZA INIŢIALĂ DE FORAJ (8) (DRILLING TEMPLATE).

Dacă se foloseşte, baza de foraj este coborîtă pe fundul mării cu prăjinile de foraj, utilizînd un dispozitiv de lansare cu filet sau cu baioneta în formă de „J". Baza iniţială de foraj (8) este o piesă metalică grea, umplută cu beton, prevăzută prin centrul cu o gaură verticală prin care trece sapa cu care se sapă gaura pentru prima coloană, coloana de protecţie (7). În părţi, baza iniţială de foraj (8) are ataşate două cabluri, care în cazul instalaţiei de foraj merg pînă la suprafaţă şi servesc ca ghidaje provizorii pentru introducerea prăjinilor de foraj cu sapa şi apoi a coloanei de protecţie.

În general, o sondă marină are următoarea construcţie :

Coloana de protecţie	30″
Coloana de suprafaţă	20″
Prima coloană intermediară	13 3/8″
A doua coloană intermediară	9 5/8″
Coloana de producţie	7″

Coloanele sînt suspendate şi fixate pe fundul mării cu dispozitive şi hangere specifice operaţiilor marine şi cimentate.

Coloana de protecţie are sudat la partea ei superioară CAPUL DE COLOANĂ (9) (CONDUCTOR HOUSING) pe care instalează tot de la suprafaţă BAZA DE GHIDAJ (10) (GUIDE BASE).

Aceasta este o structură metalică permanent fixată la capul coloanei de protecţie şi coborîtă o dată cu ea pe fundul mării unde este fixată. Baza de ghidaj este prevăzută cu STÎLPI DE GHIDAJ (11) (GUIDE POSTS) de care sînt legate CABLURILE PERMANENTE DE GHIDAJ (12) (GUIDE LINES) pînă la suprafaţă, la instalaţia de foraj.

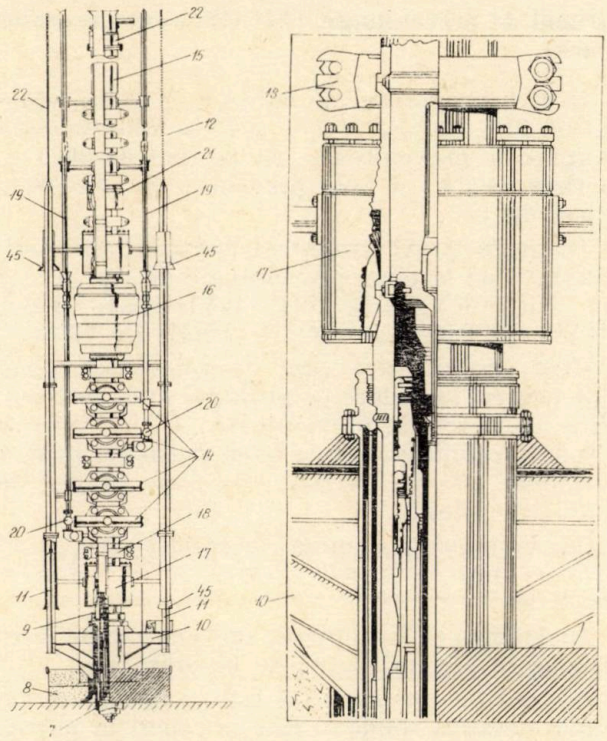


Fig. 2. Foraj cu prevenitoarele pe fundul mării, tip „Cameron".

După ce coloana de protecţie (cu baza de ghidaj deasupra ei) este tubată şi fixată în baza de foraj de pe fundul mării, ea este cimentată.

Apoi, cablurile de ghidaj permanente, se leagă, iar cele provizorii ale bazei iniţiale de foraj sînt extrase.

Legarea cablurilor se face cu ajutorul unor dispozitive de prindere montate sub masă rotativă. Cablurile sînt ţinute întinse cu ajutorul unor vinciuri cu aer. Numărul lor variază de la 3 la 5, plus 2 pentru televizoare, depinzînd de

constructor. În general, 4 cabluri de ghidaj plus 2 de televiziune sînt suficiente.

După priza cimentului coloanei de protecţie, pentru reluarea forajului trebuie să se monteze la gura sondei o instalaţie de prevenire a erupţiei şi o altă coloană de la prevenitoare pînă la suprafaţă prin care să se întoarcă noroiul introdus la puţ, prin prăjini. Acestea constituie GRUPUL DE PREVENITOARE (14) (BLOW-OUT PREVENTER STACK) şi COLOANA DE ÎNTOARCERE A NOROIULUI (15) RISER. (MARINE RISER).

Din cele patru cabluri de ghidaj două sînt folosite pentru ghidarea riser-ului, iar două servesc la instalarea furtunelor de comandă hidraulică a prevenitoarelor. Diametrul cablurilor este de 5/8″ sau 3/4″. Ele sînt fixate în locaşurile lor prin şuruburi de forfecare, care la întinderi exagerate cauzate de valuri se foarfecă. Cablul astfel desfăcut poate fi refixat cu un dispozitiv special sau cu un scafandru.

Grupul de prevenitoare (14) (Blowout preventer stack)

Pentru programul de tubaj în general adoptat de 20″, 13 3/8,″ 9 5/8″ şi 7″ se folosesc două grupuri de prevenitoare. La început de 20 3/4″ şi riser de 24″ şi apoi prevenitor de 13 3/8″şi Riser de 16″.

Grupul de prevenitoare se compune, în general, din trei pînă la cinci prevenitoare de tip „U" şi un PREVENITOR TIP HYDRILL (16) (BAG TYPE BLOWOUT PREVENTER).

Cînd grupul are trei prevenitoare, două sînt pentru închidere pe prăjini şi unul de total. Prin montarea de prevenitoare „U" în plus se obţine posibilitatea de a avea şi bacuri pentru închidere atît pe burlane, cît şi pe prăjini de diametre diferite.

Acest montaj elimină necesitatea de a se extrage prevenitoarele pentru a le schimba bacurile.

Închiderea şi deschiderea prevenitoarelor submarine se fac hidraulic, de la suprafaţă.

Grupul de prevenitoare este asamblat într-o ramă metalică solidă şi este prevăzut la partea de jos cu un CONECTOR INELAR (17) (COLLET CONECTOR), prin intermediul căruia se leagă cu capul de coloană de pe fundul mării. Închiderea şi deschiderea conectorului inelar pe capul de coloană se fac, de asemenea, hidraulic de la suprafaţă, dar există şi un dispozitiv mecanic de închidere.

În locaşul de pe capul de coloană în care se fixează conectorul se asigură în acelaşi timp şi autoetanşarea metal pe metal tip „AX".

În anumite cazuri conectorul inelar poate fi înlocuit prin asamblarea cu CONEXIUNE-BRATARA (18) (CLAMP CONEXION) (şarniera) mecanică strînsă în şuruburi pe capul de coloană şi care leagă grupul de prevenitoare de aceasta. Operaţia se execută cu scafandru.

De la grupul de prevenitoare pînă la suprafaţă pleacă două conducte metalice echipate cu ventile de mare presiune numite CONDUCTE DE DUZARE ŞI OMORÎRE (19) (CHOKE AND KILL LINES). Ventilele sînt de 3 sau 4 in şi sînt ventile de tipul VENTIL DE SIGURANŢĂ (20) (FAIL SAFE VALVE) care se închid cu ajutorul unui arc spiral şi se deschid hidraulic. Legăturile de duzare şi omorîre sînt prelungite pînă la platforma de foraj prin legături rapide de mare presiune.

Structura metalică în care este asamblat grupul de prevenitoare îl ghidează pînă jos la capul de coloană, pe cablurile de ghidaj, respective şi îl protejează în timpul manipulării.

Partea de jos a stîlpilor structurii metalice se potriveşte exact pe STÎLPII DE GHIDAJ (11). (GUIDE-POSTS) ai sistemului de ghidaj de pe coloana de protecţie.

Partea superioară a prevenitoarelor se termină cu un gît de care se leagă coloana de întoarcere a noroiului (15) RISER-ul. (MARINE RISER) prin intermediul unei LEGĂTURI SFERICE (21) (BALL JOINT).

Funcţia riser-ului constă în a face posibilă întoarcerea circuitului de noroi pînă la suprafaţă, la instalaţia de foraj, şi a permite accesul în gaura de sondă.

Începînd de la baza lui, de deasupra grupului de prevenitoare, riser-ul se compune din următoarele piese :

— Un CONECTOR INELAR (17) (COLET CONNECTOR) la fel cu conectorul de sub grupul de prevenitoare, care îl leagă de prevenitoare.

— O LEGĂTURĂ SFERICĂ (21) (BALL JOINT) care permite oscilaţia unghiulară a riser-ului provenită din mişcarea laterală a vasului sau platformei de foraj, fără ca aceasta să dea naştere la eforturi excesive în grupul de prevenitoare.

— Bucăţile de burlan care compun riserul.

— O LEGĂTURĂ TELESCOPICĂ (22) (SLIP JOINT) care permite ridicarea şi coborîrea cauzată de valuri a vasului sau platformei de foraj. Ea nu este necesară la instalaţiile de foraj sprijinite pe fundul mării.

Deşi trebuie să fie destul de solid, totuşi riser-ul trebuie să fie piesa de rezistenţă minimă din întregul sistem, astfel ca aceasta să cedeze prima în caz de mişcare excesibilă a vasului sau a platformei de foraj. În acest fel se asigură protecţia singurei părţi absolut fixe a sistemului, care este capul de coloană al sondei, în vederea continuării operaţiilor cînd instalaţia de foraj este adusă din nou pe poziţie.

Fie că riserul este introdus o dată cu grupul de prevenitoare, fie separat, el trebuie să fie prevăzut cu o posibilitate de deconectare rapidă comandată de la suprafaţă (conectorul inelar) pentru a putea fi uşor deconectat şi extras în

timpul furtunilor, cînd prevenitoarele rămîn închise pe fundul mării.

Coborîrea grupului de prevenitoare (Running the preventer stack)

Cînd grupul de prevenitoare este coborît cu ajutorul prăjinilor de foraj operația se execută cu un DISPOZITIV DE LANSARE ȘI PROBARE (23) (RUNNING AND TESTING TOOL). Se prinde în dispozitivul de lansare o bucată de prăjină (STINGER 24) suficient de lungă astfel încît să ajungă să se poată închide pe ea bacurile unuia dintre prevenitoare și se coboară cu prăjini.

Înainte de lansare, trebuie să se pună în ordine și să se probeze toate furtunele hidraulice de comandă de la platformă la prevenitoare.

După ce totul este probat grupul de prevenitoare este lansat prin BECIUL DE FORAJ (25) (MOON POOL or DRILL WELL) de sub masa rotativă, adică prin gaura din platforma de foraj prin care se execută operațiile de foraj.

Conductele de omorîre și duzare pot fi lansate o dată cu prevenitoarele, sau se pot monta după introducerea riserului.

Fixarea coloanelor la nivelul fundului mării (mudline-suspension) (26)

Indiferent de modul cum se sapă sonda, adică cu prevenitoarele la suprafață sau pe fundul mării, fixarea coloanelor se face în același mod și tot la nivelul fundului mării. Diferența constă doar în faptul că în timpul forajului la primul sistem prevenitoarele sînt la suprafață, pe cînd la al doilea sînt la fundul mării.

Există mai multe feluri de a executa suspendarea coloanelor la nivelul fundului mării, depinzînd de fabricantul echipamentului, toate respectînd însă principiul după care operația trebuie să se facă de la distanță (de la suprafață) folosind agățătoare de coloană (HANGERS) și dispozitive corespunzătoare acestui fel de a lucra.

Piesa principală a hangerului CAMERON este așa numitul CILINDRU CUPA INTEGRAL (27) (INTEGRAL BOWL).

El este o piesă cilindrică mobilă crestată în partea de jos formînd un fel de degete, și care este fixată în corpul hangerului de coloană prin filet mare dreapta. Cînd cilindrul integral este înșurubat pînă în poziția sa cea mai de jos, degetele sale se contractă astfel încît să formeze o muchie care este scaunul de sprijin al hangerului următor.

Hangerul și cilindrul integral sînt preasamblate și se lansează în același timp. Lansarea se face cu :

DISPOZITIVUL DE INTRODUCERE AL HANGERULUI (28) (HANGER RUNNING TOOL), iar înfiletarea sa pînă în poziția cea mai de jos se face cu DISPOZITIVUL DE RĂSUCIRE A CILINDRULUI INTEGRAL (29) (BOWL TORQUE TOOL).

Operația propriu-zisă, a instalării coloanelor, comportă o serie de lucrări și amănunte de specialitate care se repetă pentru fiecare coloană cu unele excepții pentru cazul cînd coloanele nu merg la adîncimile dorite, cînd se aplică PRO-

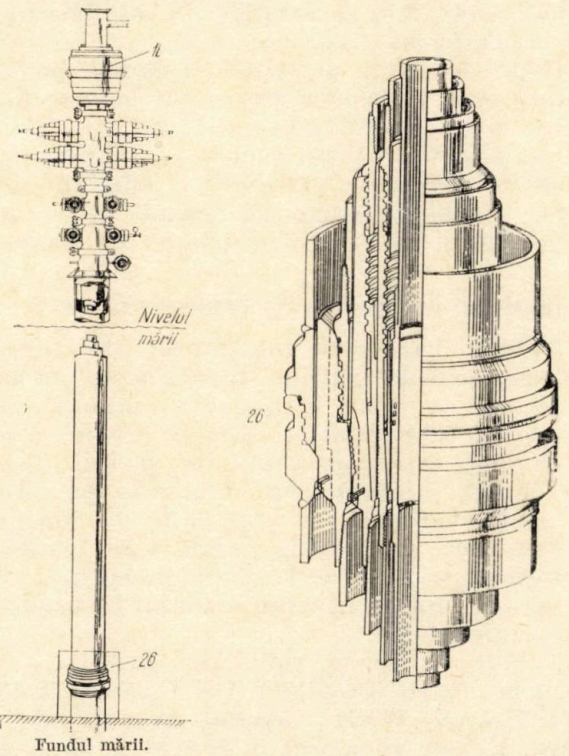


Fig. 3. Foraj cu prevenitoarele la suprafață, tip „Cameron".

CEDEUL DE LANSARE PENTRU CAZ DE AVARIE (EMERGENCY LANDING PROCEDURE).

Operațiile de fixare, cimentare și etanșare a coloanelor comportă o serie de lucrări cu dispozitive specifice operațiilor forajului marin ca :

HANGER DE COLOANĂ PE FUNDUL MĂRII (30) (MUDLINE CASING HANGER) ;

ETANȘARE (31) (ANNULAR SEAL ASSEMBLY) ;

HANGER DE COLOANĂ CU BY-PASS (32) = (+„FLOW-THRU" CASING HANGER) ;

ETANȘARE PENTRU HANGERUL CU BY-PASS (33) = („FLOW-THRU" CASING HANGER SEAL ASSEMBLY) ;

HANGER PENTRU CAZ DE AVARIE (34) = (EMERGENCY HANGER) ;

ETANȘARE PENTRU CAZ DE AVARIE (35) = (EMERGENCY SEAL ASSEMBLY).

Descrierea pe scurt a acestor dispozitive este dată în vocabular.

II. Completarea pentru punere în producţie (Marine Completions) (46)

Indiferent de modul cum sonda marină a fost săpată, cu foraj submarin cu prevenitorul pe fund, sau cu foraj marin cu prevenitorul la suprafaţă, operatorul are libertatea ca la terminarea sondei să o completeze pentru punerea în producţie, fie instalînd un cap de erupţie pe fundul mării, fie prelungind coloana pînă la suprafaţă şi instalînd un cap de erupţie pe o platformă fixă.

Capul de erupţie de suprafaţă montat pe platformă este acelaşi ca cel ce se montează pe uscat şi nu prezintă interes.

Completarea pentru punerea în producţie a sondelor submarine prezintă trei părţi interesasante: tubing hanger-ul, capul de erupţie submarin şi conectorul conductei de amestec.

Agăţătorul de tubing (36) (Tubing Hanger)

Tubing hanger-ul (agăţătorul de tubing) pentru sondele marine îndeplineşte aceleaşi funcţiuni ca şi un hanger convenţional; suspendarea tubingului şi izolarea lui sau a lor, dacă sînt mai multe, faţă de spaţiul inelar. În hangeru-ul submarin, însă, este prevăzută o gaură verticală în plus faţă de numărul garniturilor de tubing, care este necesară pentru a crea un acces la spaţiul inelar în poziţie verticală, faţă de accesul orizontal la sistemele convenţionale.

Tubing hanger-ul submarin este lansat şi fixat cu un DISPOZITIV DE LANSARE (23) (RUNNING TOOL) montat la prăjinile de foraj. El este anclanşat în hanger de la suprafaţă cu nişte clicheţi comandaţi hidraulic.

După introducerea hanger-ului, se rotesc prăjinile şi, deci, şi dispozitivul de lansare, ceea ce duce în mod automat la împănarea lui în scobitura capului de coloană anume practicată, fixîndu-l în mod sigur în locaş.

Dispozitivul de lansare este eliberat din hanger prin lansarea unui DOP SĂGEATĂ (37) (DART) pe prăjini şi prin aplicarea unei presiuni asupra lui. Astfel se pune în mişcare un manşon în spatele clicheţilor care îi eliberează din hanger.

Dacă sînt mai multe găuri de tubing în hanger-ul submarin (mai multe garnituri de tubing), atunci trebuie să existe şi posibilitatea de orientare a acestor găuri faţă de capul de erupţie. Pentru aceasta se foloseşte o BUCŞĂ DE ORIENTARE (38) (ORIENTING BUSHING) specială, care orientează automat hanger-ul în poziţia corectă.

Exact ca şi la hangerele convenţionale, etanşarea se face pentru fiecare tubing în parte în locaşurile de etanşare practicate în corpul său. De asemenea, în fiecare din găurile pentru tubing sînt prevăzute nipluri pentru fixare de dopuri operate cu cablu.

După extragerea bucşei de orientare, a grupului de prevenitoare şi al riser-ului, sonda este gata pentru instalarea capului de erupţie.

Capul de erupţie submarin (32) (Underwater Tree)

Capul de erupţie submarin are de îndeplinit aceleaşi funcţiuni ca şi cel convenţional, plus cerinţele suplimentare impuse de mediul submarin în care lucrează.

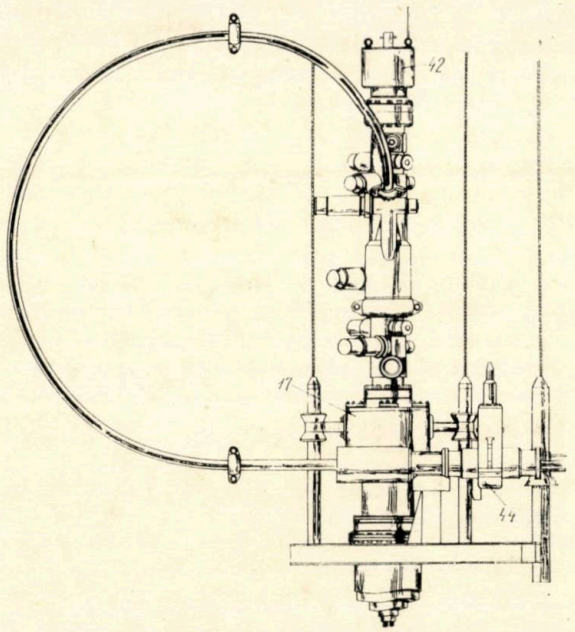


Fig. 4. Cap de erupţie submarin, tip „Cameron" cu conectorul pentru conducte de amestec (44).

1. Capul de erupţie submarin trebuie să fie conectat la gura sondei, de la distanţă, exceptînd doar cazul cînd se pot folosi scafandri.

2. El trebuie să fie aşezat mai întîi exact deasupra gurei sondei şi apoi orientat corect faţă de tubing hanger şi faţă de direcţia conductei de amestec.

3. Ventilele trebuie să se închidă şi să se deschidă atît individual cît şi colectiv, la comanda de la suprafaţă.

4. Capul de erupţie trebuie să permită accesul în sondă atît prin partea sa superioară (prin cap), cît şi prin conducta de amestec.

Legarea capului de erupţie de capul de coloană se face cu ajutorul şi prin intermediul unui CONECTOR INELAR (17) (COLLET CONECTOR) la fel cu cel care leagă prevenitoarele de capul de coloană al sondei (comandat hidraulic).

Dacă condiţiile marine o permit şi se poate lucra cu scafandru, conectorul inelar se poate înlocui printr-o asamblare cu CONEXIUNI BRATARA (18) (CLAMP CONEXION).

Ghidarea capului de erupţie în timpul coborîrii sale pînă la fundul mării se face cu braţele şi pîlniile de ghidaj (45) ataşate la conectorul inelar, pe cablurile de ghidaj existente. Pe

măsură ce capul de erupţie se apropie de fundul mării, pîlniile de ghidaj de pe braţele conectorului intră pe stîlpii de ghidaj ai bazei şi asigură o ghidare rigidă. Efectul de ghidare al pîlniilor asupra conectorului de sub capul de erupţie (conectorul este în poziţie deschisă) face ca acesta să treacă peste capul de coloană şi să se alinieze perfect. Orientarea finală are loc în momentul fixării, cînd conectorul şi bucşa de orientare trec peste gîtul tubing hanger-ului.

După fixare, aşa cum s-a arătat, conectorul este controlat dacă s-a închis prin presiunea hidraulică transmisă de la suprafaţă.

Ventilele (Valves)

Comanda de la distanţă şi mediul marin impun sarcini deosebit de grele ventilelor şi echipamentului de comandă. Aceste sarcini cuprind :

1) Inchidere rapidă.
2) Inchidere automată în caz de întrerupere a comenzii hidraulice.
3) Posibilitatea de egalizare a presiunii hidrostatice.
4) Dacă două ventile sînt uzate în serie să nu blocheze presiunea.
5) Rezistenţe la coroziune şi abraziune a panei ventilului şi a scaunului.

Toate părţile componente să fie simple şi robuste pentru a putea lucra perioade îndelungate fără ungere sau ajustare.

Ventilele trebuie să ţină la fel în ambele sensuri, la presiunea de lucru maximă.

Ansamblul de ventile (Valve assembly)

Ventilele unui cap de erupţie submarin sînt confecţionate într-un bloc compact de oţel (monobloc). La instalaţiile mai noi, ventilele de deasupra (pentru pistonat) sînt construite într-un bloc separat de cel care conţine ventilele principale.

În acest aranjament, crucea capului de erupţie, care în acest caz are forma de „Y", este plasată între două seturi de ventile.

În unele cazuri se construiesc capete de erupţie cu ventile duble pentru fiecare trecere. Rîndul al doilea de ventile poate fi construit în acelaşi bloc metalic cu primele sau în blocuri separate.

Crucea în formă de „Y" a capului de erupţie şi buclele conductelor de amestec (40) („Y" spool and flowline loops)

Crucea, care la capetele de erupţie submarine are forma de „Y" diferă de cea a capetelor de erupţie convenţionale prin aceea că ieşirile laterale nu sînt orizontale. Ele fac un unghi de 25 — — 30° faţă de verticală şi sînt tangente la un cerc cu raza de 1,5 m. Crucea în formă de „Y" permite pătrunderea în sondă, atît pe verticală, cît şi prin conductele de amestec, în garniturile de tubing. Ea are cîte o gaură verticală pentru fiecare dintre tubinguri şi una pentru spaţiul inelar.

Legăturile conductelor de amestec la cele două braţe sînt curbate în formă de bucle cu raza de curbură de 1,5 m, pentru a permite „pomparea" pe ele în tubing a diferitelor dispo-

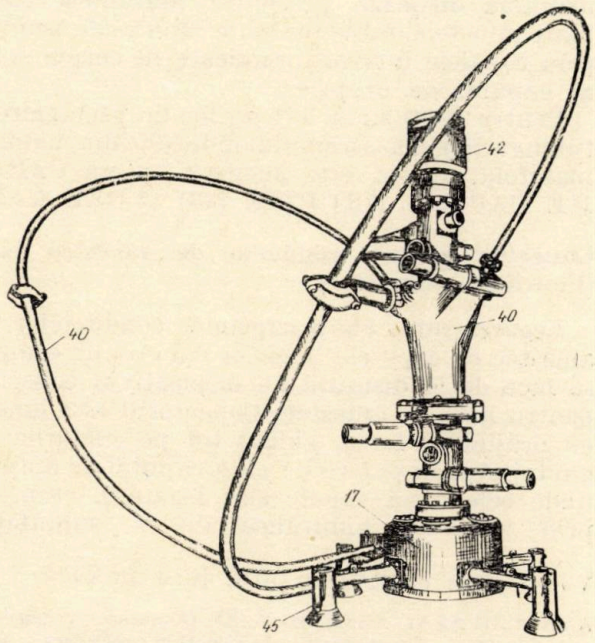


Fig. 5. Cap de erupţie submarin, tip „Cameron".

zitive (scule, dopuri, pompe de fund) şi a le extrage în acelaşi mod.

Buclele sînt curbate în formă de cerc şi sînt solidarizate cu brăţări de conectorul inelar din partea de jos a capului de erupţie. Capetele buclelor sînt prevăzute cu ştuţuri speciale pentru legarea automată printr-un conector special sau cu brăţări, la conductele de amestec.

În partea superioară a crucei „Y" se introduce o aşa zisă PIESĂ DE DIRIJARE (41) (FLOW-LINE DIVERTER), care are rolul de a dirija obiectul care este „pompat" afară din puţ prin conducta de amestec.

Fără acest dispozitiv se poate introduce orice sculă în sondă, atît prin conducta de amestec, cît şi prin capul de erupţie, dar ceea ce iese din puţ nu poate fi dirijat decît prin partea superioară a capului de erupţie. Piesa de dirijare este introdusă şi extrasă cu cablu.

Mosor Manifold (42) (manifold spool)

Mosorul manifold este o piesă care se montează la partea superioară a capului de erupţie şi are ca scop să creeze posibilitatea de legare pentru prelungirea pînă la suprafaţă a tubingurilor din sondă, pentru operaţii de intervenţie.

Tot mosorul manifold asigură controlul sistemului de comandă hidraulică, atîta timp cît la sondă se află instalaţia (vasul) de intervenţie. Acesta este legat prin furtune sau tubing maca-

roni cu mosorul manifold. Legăturile de comandă de la instalaţia (platforma) de producţie îndepărtată sînt lăsate în pauză pînă se termină intervenţia, după care sînt repuse în funcţiune fie cu un conector, fie manual de către scafandru.

Orificiile şi canalele din corpul mosorului manifold dirijează presiunea hidraulică către toate punctele individuale ale capului de erupţie, prin canalele interne practicate în corpul solid al capului de erupţie.

Pentru protejarea locaşurilor de prelungire a tubingurilor şi a sistemului hidraulic din mosorul manifold, acesta este acoperit cu un CAPAC DE CAP DE ERUPŢIE (43) (TREE CAP).

Conector pentru conducta de amestec (44) (Flowline connector)

Legarea între ele a capetelor conductelor de amestec cu capetele buclelor capului de erupţie se face de la distanţă cu dispozitivul conector pentru linia de amestec. Conectorul este lansat cu prăjini de foraj, ghidat tot pe cablurile de ghidaj pînă în partea de jos a capului de erupţie unde cele două capete sînt legate şi etanşate prin manevre hidraulice de la suprafaţă.

VOCABULAR (TERMINOLOGIE ROMÂNEASCĂ)

ANNULAR SEAL ASSEMBLY (31) (Etanşare) a spaţiului inelar. = Un dispozitiv de la partea superioară a unui hanger (agăţător), care etanşează spaţiul inelar între două coloane. Prin rotire elementul de etanşare presează pe coloana de dimensiune mai mare şi realizează etanşarea.

BAG TYPE BLOWOUT PREVENTER (16) (Prevenitor tip Hydrill) = Prevenitor de erupţie tip ,,Hidrill". Un dispozitiv de prevenire avînd un element de etanşare elastic în formă de pară, care prin presiune hidraulică etanşează pe părţile neregulate ale garniturii de foraj.

BALL JOINT (21) Legătură sferică) = O conexiune (legătură) universală plasată la partea de jos a riser-ului, exact deasupra grupului de prevenitoare, care permite oscilaţia unghiulară a riser-ului prevenită din mişcarea laterală a vasului de foraj, fără să dea naştere la eforturi excesive în grupul de prevenitoare.

BLOWOUT PREVENTER STACK (14) (Grup de prevenitoare) = Un grup de 3 — 5 prevenitoare cu bacuri de tip ,,U" şi unul de tip Hydrill asamblate într-o structură metalică care le unitarizează. Structura le ghidează în timpul introducerii şi le protejează de lovituri. Prevenitoarele sînt acţionate hidraulic de la suprafaţă, prin legături cu furtune flexibile.

BOTTOM SUPORTED RIG(2) (Platformă de foraj sprijinită pe fund) = O instalaţie de foraj pe o platformă sau structură sprijinită pe fundul mării în timpul forajului.

CAMMING SURFACE (48) (Camă, suprafaţa de orientare) = Un umăr suprafaţă de orientare semicirculară, prelucrat pe partea interioară a bucşei de orientare a capului de erupţie submarin. El conduce componenta sa către orientarea dorită, indiferent de unghiul iniţial.

CHOKE AND KILL LINES (19) (Conducte de omorîre şi duzare) = Două conducte, care pleacă de la cele două ieşiri laterale ale grupului de prevenitoare, pînă la instalaţia de foraj la suprafaţă. Ele sînt echipate cu ventile de tipul de siguranţă ori cu ventile acţionate hidraulic, plasate lîngă prevenitoare.

O legătură este prevăzută cu duză pentru evacuarea presiunii de sub prevenitoare, iar cealaltă este legată la pompe pentru a putea pompa fluid în sondă sub prevenitoare (Duzare şi omorîre).

CLAMP CONNECTION (18) (Îmbinare cu brăţară) = O îmbinare (conexiune) constînd din două feţe metalice prevăzute cu etanşare metalică sau ,,O" ringuri, asamblate printr-o brăţară formată din doi segmenţi care se strîng cu şuruburi.

COLLET CONNECTOR(17)(Conector inelar)= Un dispozitiv pentru efectuarea de conexiuni (legături) de mare presiune, acţionat de la distanţă a diferitelor componente ale echipamentului submarin. El are în interior un fel de degete care se închid (se strîng) şi se deschid, fiind acţionate hidraulic, pe piesa de împerecheat. Conectorul este prevăzut şi cu un dispozitiv mecanic de deschidere a degetelor.

CONDUCTOR PIPE (7) (Coloană de protecţie) = Prima coloană introdusă într-o sondă, de obicei lungă de 30—60 m. Ea previne dărîmarea pereţilor neconsolidaţi ai sondei în gaura de sondă.

CONDUCTOR HOUSING (9) (Capul coloanei de protecţie) = Capul coloanei de protecţie, sudat la coloana de protecţie şi peste care se instalează de la suprafaţă baza de ghidaj.

COMBINATION TOOL (Sculă combinată) = Unealtă sau sculă robustă avînd filet mare ACME la un capăt folosit pentru introducerea şi extragerea protectoarelor de uzură, iar la celălalt capăt avînd o garnitură hidraulică pentru probarea prevenitoarelor şi a capetelor de coloană.

DART (37) (Săgeata dop) = Un dispozitiv special de deviere a presiunii fluidului pentru închiderea unor pasaje şi deschiderea altora, acţionat de la distanţă.

Săgeata de ,,închidere" astupă pasajul liber ,dar lasă deschis pasajul de blocare.

Săgeata de ,,deschidere" lasă liberă calea către pasajul liber.

Săgeata ,,de probă" închide atît pasajul liber cît şi cel de blocare, dar ţine deschis pe cel direct pentru efectuarea probei legăturilor.

DRILL WELL = MOON POOL (25) (Beci de foraj) = O deschidere în structura instalaţiei de foraj (platformă sau vas) sub masa rotativă, prin care se efectuează operaţiile de foraj.

DRILLING TEMPLATE (8) (Bază (placă) iniţială de foraj) = O structură metalică îngreuiată cu beton, avînd o gaură verticală prin centrul său şi o posibilitate de legare în părţi a două cabluri.

Ea este plasată cu prăjinile de foraj pe fundul mării, cu cele două cabluri prelungite pînă la suprafaţă, la instalaţia de foraj, şi serveşte drept ghidaj iniţial temporar pentru prima garnitură de foraj şi apoi pentru coloana de protecţie.

DRILLING VESSEL (5) (Vas de foraj) = O instalaţie plutitoare de foraj în formă de vapor.

DUMP VALVE (Ventil de deversare) = Un ventil de joasă presiune, de tipul ventilului de siguranţă, montat pe o ieşire laterală a coloanei de suprafaţă, care este deschis pentru a deversa pe fundul mării. El este folosit numai la cimentarea primei coloane intermediare.

DIVERTER — FLOWLINE DIVERTER (41) Piesă de dirijare = O piesă alungită în formă de pană care se fixează în partea superioară a capului de erupţie submarin, cu scopul de a dirija ceea ce vine din tubing către ieşirile laterale (braţele) crucei în formă de,,Y".

EMERGENCY HANGER OR SLIPS (34), (Henger de coloană pentru caz de avarie) = Un hanger de coloană pentru caz de avarie, folosit cînd aceasta este prinsă în teren, în timpul tubajului, înainte ca hangerul cu by-pass de circulaţie să fie fixat. El are pene cu dinţi ce se aplică pe zona de contact cu capul de coloană, iar în interior nişte pene segmentate pentru a suporta coloana, fără să fie integrat în ea.

EMERGENCY SEAL ASSEMBLY (35) (Etaşare pentru caz de avarie). = O etanşare la fel cu cea pentru hange-

rul cu by-pass de circulație pentru caz de avarie, folosită în locul etanșării normale. Ea are un set suplimentar de garnituri (etanșări) față de cel normal, pentru exteriorul coloanei.

EXTENSION STRING (6) (Prelungirea coloanei) = Coloană prelungită de la hangerul de pe fundul mării la capul de coloană de deasupra nivelului apei. Coloana de prelungire este de același diametru ca și cel de sub nivelul fundului mării.

FLOATING RIG (5) (Instalație de foraj plutitoare) (vas de foraj) = Instalație de foraj pe un vas remorcher sau o structură plutitoare care nu se sprijină pe fundul mării în timpul forajului.

FAIL-SAFE VALVE (20) (Ventil de siguranță) = Un ventil care este ținut închis de către un arc, atîta timp cît presiunea hidraulică aplicată de la distanță nu depășește forța din arc pentru a-l deschide. Cînd presiunea hidraulică este scursă, arcul închide la loc ventilul.

„FLOW-THRU" CASING HANGER (32) (Hanger de coloană cu by-pass de circulație) = Un hanger cu by-pass mare de circulație prelucrat în partea exterioară. El se montează la coloană pentru fixarea ei în cea-laltă. La zona de contact are pene cu dinți pentru fixare.

„FLOW-THRU" CASING HANGER SEAL ASSEMBLY (33) (Etanșare pentru hangerul de coloană cu by-pass) = Etanșare care se montează cu hangerul de coloană cu by-pass de circulație. Umflarea garniturilor pentru etanșare se obține prin rotire.

FLOWLINE CONNECTOR (44) (Conectorul liniei de amestec) = Un conector (dispozitiv de legare) al conductelor de amestec la capul de erupție submarin. Conectorul constă dintr-un dispozitiv de etanșare și strîngere care se împerechează cu cele două capete de conductă și o legătură brățară care le împerechează și solidarizează. Un capăt este al conductei de amestec, iar celălat al buclei capului de erupție submarin.

Introducerea dispozitivului, cuplarea și etanșarea celor două capete de conductă, strîngerea brățării și proba se fac de la suprafață.

FLOWLINE LOOP (40) (Bucla conductei de amestec) = Conducta curbată dintre brațul crucii în „Y" al capului de erupție și capul conductei de amestec. Bucla are o rază de curbură adecvată pentru „pomparea" în sondă a diferitelor scule sau utilaje și are o rezilientă suficientă pentru a permite montarea conectorului. Capătul buclei care conține conectorul este fixat cu brățări de capul de erupție astfel încît să fie cît mai bine aliniat cu capătul conductei de amestec.

GUIDE (Rama de ghidaj) = Prescurtarea pentru „ramă de ghidaj"

GUIDE BASE(10) (Baza de ghidaj) = O structură metalică atașată în mod permanent la coloana de protecție pe fundul mării și care este prevăzută cu stîlpi de ghidaj, de care sînt legate cablurile de ghidaj.

GUIDE FRAME (Rama sau cadru de ghidaj) = O structură metalică de ghidaj simplificată, care poate fi instalată la diferite echipamente, folosind un adapter (o reducție).

Se întrebuințează, mai ales pentru ghidarea garniturii de foraj, și o coloană, atunci cînd nu este încă montat, „riser"-ul (coloana de întoarcere a noroiului).

GUIDE FUNNEL (45) (Pîlnie de ghidaj) = O piesă în formă de pîlnie de pe fiecare din picioarele ramei de ghidaj și a structurii de ghidaj și care cuprinde în ea cablurile de ghidaj în timpul coborîrii.

Pîlniile se plasează exact peste stîlpii de ghidaj atunci cînd se fixează.

GUIDE LINES (12) (Cabluri de ghidaj) = Cablurile de 5/8 sau 3/4 in ce se întind de la fundul mării, de la baza de ghidaj, pînă la suprafață, la instalația de foraj. Ele slujesc la ghidarea diferitelor utilaje ce se introduc la gura sondei.

GUIDE POSTS (11) (Stîlpi de ghidaj) = Stîlpi verticali de pe baza de ghidaj în care se ancorează cablurile de ghidaj.

GUIDE STRUCTURE (Structură de ghidaj) = Structură metalică din jurul unei instalații cum ar fi grupul de prevenitoare, prevăzută cu brațe care alunecă pe cabluri pentru a le ghida pe capul de sondă submarin.

HANGER RUNNING TOOL (28) (Scula sau dispozitivul de lasant hanger-ul) = Scula sau dispozitivul în care se introduce hanger-ul CAMERON și cilindrul cupă integral. Ele se preasamblează și se introduc o dată cu ajutorul sculei de lansat.

JACK-UP RIG (2) (Platformă auto ridicătoare) = O instalație de foraj, pe un vas plutitor, sprijinit pe fundul mării pe niște picioare amovibile ce sînt ridicate atunci cînd instalația se mută și sînt coborîte pe fundul mării pentru a ridica instalația de pe apă și a o suporta în timpul forajului.

INTEGRAL BOWL (27) (Cilindru cupă integral) = O parte a hangerului „Cameron", care constă dintr-un cilindru cupă, care are la partea de jos un fel de degete. El este înfiletat în corpul agățătorului de coloană cu filet mare dreapta. Cînd cilindrul cu degete este înșurubat pînă în poziția sa cea mai mare de jos cu ajutorul sculei de răsucire, degetele se contractă și formează un scaun pentru hangerul următor.

MARINE COMPLETION (46) (Completarea sondei marine pentru punerea în producție) = Completarea pentru punerea în producție a unei sonde marine de țiței sau gaze cu capul de erupție pe fundul mării sau la suprafață.

MARINE RISER (15) (Coloana de întoarcere a noroiului „Riser") = Coloana dintre grupul de prevenitoare de pe fundul mării și suprafață, la instalația de foraj prin care se introduce sapa cu prăjinile și pe care se întoarce circuitul de noroi de la puț.

MANIFOLD SPOOL (42) (Mosor manifold al capului de erupție) = Piesa care se montează la partea superioară a capului de erupție submarin și care are drept scop să creeze posibilitatea de legare pentru prelungire pînă la suprafață, a tubingurilor din sondă, pentru operații de intervenții. Tot el asigură și controlul sistemului de comandă hidraulică a ventilelor, atîta timp cît la sondă se află vasul sau platforma de intervenție.

MARINE TUBING HANGER (36) (Tubing henger marin) = Hangerul pentru suspendarea unuia sau a mai multor tubinguri, la nivelul fundului mării. Cînd se fixează, hanger-ul este orientat astfel încît trecerile din capul de erupție, la fel orientate, să se potrivească exact cu tubingurile. Hangerul este fixat în poziția sa de lucru cu ajutorul dispozitivului de introducere (Running tool).

MOON POOL = DRILL WELL (25) (Beci de foraj) = O deschidere în structura instalației de foraj (vas, platformă) sub masa rotativă, prin care se efectuează operațiile de foraj.

MUDLINE CASING HANGER (30) (Henger de coloană cu fixare pe fundul mării) = Un hanger (agățător) pentru suspendarea unei coloane la fundul mării, cu prelungire de aceeași dimensiune de coloană pînă la suprafață unde se află capul de sondă, prevenitoarele de erupție și instalația de foraj.

MUDLINE SUSPENSION (26) (Fixarea coloanelor pe fund și cu prelungire la suprafață) = Un tip de foraj în care coloanele sînt suspendate cu hangere la nivelul fundului mării și prelungite pînă la suprafață, unde se instalează capul de sondă (gura puțului) și prevenitoarele.

ORIENTING BUSHING (38) (Bucșa de orientare) = O bucșă amovibilă folosită pentru orientarea tubing-hangerului în capul de sondă. Orientarea se obține printr-un clichet acționat de un arc, care intră într-un șanț vertical din conectorul inelar.

Bucșa are o suprafață de orientare (camă) (48) care angajează o proeminență de pe tubing-hanger și îl ghidează în poziția dorită.

PIN CONECTOR (Conector cu bolţuri) = Un dispozitiv pentru realizarea conexiunilor (legăturilor) de joasă presiune (coloane de protecţie) operînd de la distanţă. Dispozitivul are o serie de bolţuri acţionate hidraulic, care prind pe partea din afară a coloanei în şanţul special.

PREVENTER STACK (14) (Grup de prevenitoare) = Vezi Blowout préventer Stack.

RAM TYPE BLOWOUT PREVENTER (Prevenitor de erupţie cu bacuri) = Prevenitor de erupţie care poate fi echipat cu bacuri pentru închiderea pe prăjini sau închidere totală.

RUNNING STRING (Garnitură de lansare) (bucată, dublu, sau pas de avansare sau de introducere) = O porţiune scurtă de coloană de acelaşi diametru, folosită pentru lansarea coloanei şi a hanger-ului său în locaşul respectiv.

RUNNING TOOL (Dispozitiv de introducere) (23) = O sculă sau dispozitiv conceput a fi folosit la introducerea şi fixarea unei piese de echipament. Numele echipamentului introdus însoţeşte întotdeauna şi completează denumirea dispozitivului. Exemplu: ,,Dispozitiv de lansare a hangerului de coloană de 7 in".

SEMI-SUBMERSIBLE RIG (4) (Instalaţie de foraj semisubmersibilă) = Instalaţie de foraj pe o structură plutitoare prevăzută cu un corp, care poate fi umplut cu apă pentru a se aşeza pe fund în mările puţin adînci şi a suporta instalaţia de foraj.
În apele adînci corpul poate fi golit, şi astfel structura pluteşte în tot timpul forajului.

SUBMERSIBLE RIG (3) (Instalaţie de foraj submersibilă) = Instalaţie de foraj pe o structură — platformă ce are un corp, care atunci cînd se mută de la un loc la altul este golit pentru a pluti. În timpul forajului, corpul se umple cu apă pentru a se aşeza pe fundul mării. În general instalaţia nu este destul de stabilă pentru a fi folosită ca instalaţie plutitoare de foraj.

SLIP-JOINT (22) (Legătură telescopică) = O porţiune telescopică de la partea superioară a riser-ului (coloana de întoarcere a noroiului) care compensează mişcarea verticală a vasului.

STINGER (24) (Premergător) = O porţiune de ţeavă, prăjină sau tubing montată sub o piesă de echipament.

TORQUE TOOL = BOWL TORQUE TOOL (29) (Răsucitor) (Scula de răsucire) = Sculă introdusă cu prăjini, prevăzută cu doi clicheţi acţionaţi de arcuri, ce se angajează în scobitura, ,,cilindrului-cupă integral", pentru a-l roti în poziţia corespunzătoare.

TREE CAP (43) (capac protector pentru capul de erupţie) = Un capac metalic care se instalează deasupra capului de erupţie submarin pentru protejarea locaşurilor de prelungire a tubingurilor şi a sistemului hidraulic de comandă din mosorul manifold.

UNDERWATER DRILLING (Foraj submarin) (47) = Tipul de foraj submarin la care capul de sondă şi echipamentul de prevenire a erupţiei sînt montate pe fundul mării.

UNDERWATER TREE (Cap de erupţie submarin) (39) = Cap de erupţie montat la gura sondei pe fundul mării. El are cîte un spaţiu de trecere şi cîte unul sau două ventile principale pentru fiecare garnitură de tubing şi în unele cazuri ventil de pistonare. De asemenea, are braţe cu ventile, care sînt, în general, de tipul ,,siguranţă" (se deschid cu presiune hidraulică şi se închid sub presiunea unui arc, de îndată ce presiunea hidraulică scade).
Toate ventilele sînt comandate şi acţionate de la distanţă (de la suprafaţă), de pe instalaţia de foraj sau de completare, şi ulterior de la sistemul central de comandă pentru producţie.

WEAR BUSHING (Bucşa protectoare de uzură) = Bucşă care se fixează în capul de coloană pentru a proteja gaura interioară de uzură în timpul forajului.

WYE SPOOL — ,,Y" SPOOL (40) (Crucea în formă de ,,Y") = Porţiunea din capul de erupţie submarin care conţine trecerile pentru fluidele ce vin din sondă, la care se leagă buclele. Aceste braţe se curbează faţă de verticală avînd o rază de curbură care va permite ,,pomparea" în sondă sau afară din sondă pe tubing a diferitelor scule, dispozitive, pompe etc.

Echipamentul prezentat este fabricat de firma ,,CAMERON" *IRON WORKS* — Houston Texas S.U.A.

Efectele jetului hidraulic în procesul de forare

M. Constantinescu

Utilizarea jetului de fluid, cu o viteză depășind 50 m/s, a dus la o mărire importantă a vitezei de avansare. Se admite că acest rezultat este datorat, în principal, unei mai bune curățări a tălpii găurii și a sapei, dar fenomenul este mai complex și, pe lîngă avantajele realizate, apar și unele efecte nedorite atunci cînd nu este folosit rațional. Pentru lămurirea efectului jetului este necesară să se prezinte metoda de foraj cu jet în ansamblul ei.

1. Mecanica jetului de fluid

Curgerea unui jet simetric, axial, scufundat, ce lovește o suprafață plată rigidă nu a fost descrisă matematic cu exactitate. În cele ce urmează se prezintă o analiză teoretică, bazată, în parte, pe lucrările lui McLean [9, 10], Kendall și Goins [8]. Această analiză este aplicabilă numai la jeturile în curgere turbulentă cu cifre Reynolds destul de mari și cu duze destul de scurte, pentru a se produce o distribuție plată a vitezelor în secțiunea de ieșire din duză.

Cînd jetul părăsește duza, marginile jetului încep să se amestece cu fluidul înconjurător și să-l antreneze. Aceasta produce un transfer de energie de la jet la fluidul înconjurător, care se accelerează în timp ce vitezele în jet se reduc. Caracteristicile generale sînt arătate în figura 1.

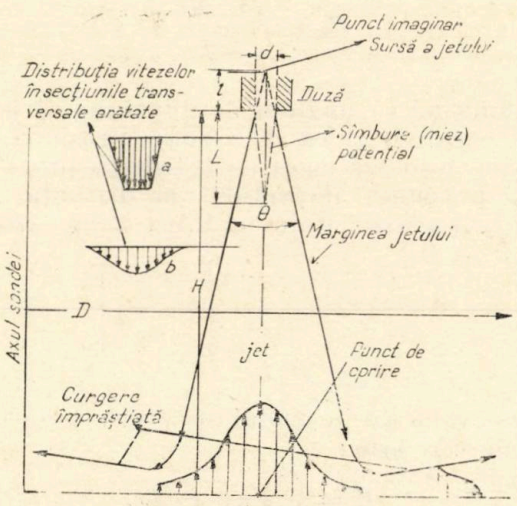


Fig. 1. Jetul de fluid.

Regiunea în care viteza jetului nu este afectată de amestec și este încă egală cu viteza la ieșirea din duză este denumită sîmburele (miezul) potențial (L). Viteza jetului în această regiune este :

$$V_d = C\left(\frac{2g}{\rho}P_d\right)^{0,5}, \qquad (1)$$

în care :

V_d este viteza la ieșirea din duză ;
C — coeficientul de duză, de obicei 0,95 ;
g — accelerația gravitației ;
ρ — densitatea fluidului ;
P_d — căderea de presiune în duză.

Punînd $C\left(\frac{2g}{\rho}\right)^{0,5} = k_1$, formula devine :

$$V_d = k_1 P_d^{0,5}. \qquad (2)$$

Lungimea acestui miez (L) variază foarte mult ; s-au găsit valori de la 2 pînă la 18 ori diametrul duzei. De aceea, pentru o situație dată, ar trebui să fie determinat experimental.

În aval de miezul potențial, viteza pe linia centrală a jetului descrește cu creșterea distanței și devine proporțională cu inversul distanței de la un punct de origine imaginar, în interiorul său în apropierea duzei. Această relație a fost verificată experimental, dar localizarea punctului de sursă reprezentativ a rămas empirică. Dincolo de miezul potențial, distribuția vitezelor în secțiune se aseamănă cu o distribuție probabilistică normală (curba lui Gauss), avînd valoarea maximă pe linia de centru.

Unghiul de difuziune (θ) a unui jet turbulent, scufundat, poate fi determinat cu relația Donald și Singer [9] :

$$\operatorname{tg}\frac{\theta}{2} = 0,238\ \nu^{0,133}, \qquad (3)$$

în care :

θ este unghiul de difuziune în grade ;
ν — viscozitatea cinematică a fluidului în stokes.

În acest mod se definește și distanța punctului de origine. El va fi apexul imaginar plasat

în spatele orificiului duzei la o distanță de fața duzei [1]:

$$l = \frac{d}{2 \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}, \tag{4}$$

în care d este diametrul duzei, iar l este distanța punctului sursă imaginar de fața de ieșire a duzei.

Unghiul de difuziune cel mai mare, avînd valoarea 24°, este observat la jeturile de gaze; lichidele au un unghi mai mic.

Formula (3) a fost determinată pe baza lucrărilor de laborator. În practică, din cauza condițiilor diferite de cele în care s-au efectuat lucrările de laborator, valorile ar putea diferi destul de mult și este indicat să se facă determinări în condițiile reale de lucru.

Jetul de lichid lovește talpa găurii și este reflectat, formînd o curgere împrăștiată, jeturile diferitelor duze încrucișîndu-se între ele, de unde și denumirea de curgere încrucișată.

Puterea jetului este:

$$N = k_2 (P_d Q), \tag{5}$$

în care:

N este puterea;
Q — este debitul;
k_2 — un coeficient adimensional.

Lovind talpa, din cauza forței de impact, se produce o undă de presiune ce generează diferențe de presiune considerabile pe distanțe mici de la punctul de lovire. Aceste diferențe de presiune pot supune fragmentele de rocă la o forță de răsucire (torsiune). Atunci cînd o astfel de forță de răsucire acționează asupra unui fragment de rocă încă nedeplasat de pe talpă, s-ar putea genera diferența de presiune între partea mai apropiată și cea mai îndepărtată a fragmentului. Mărimea acestei forțe ar fi direct dependentă de diferența de presiune dintre cele două extremități ale fragmentului.

Intensitatea undei de contact și suprafața pe care acționează determină posibilitatea de presiuni de impact neuniforme asupra fragmentului. Forța de impact a jetului la ieșirea din duză se poate calcula pornind de la definiția forței:

$$F_d = \frac{Wa}{g} = \frac{W}{g} \frac{(V_1 - V_2)}{t}, \tag{6}$$

în care:

F_d este forța de impact la ieșirea din duză;
W — debitul masic de fluid;
a — accelerația fluidului:
g — accelerația gravitației;
$\frac{V_1 - V_2}{t}$ — variația vitezei în timpul t.

Admițînd:

$$V_2 = 0; \quad \frac{W}{t} = \rho Q; \quad V_1 = V_d,$$

$$F_d = \frac{k_2 \rho (Q V_d)}{g}. \tag{7}$$

Deci forța de impact a jetului la ieșirea din duză este proporțională cu produsul $(Q\ V_d)$.

Jetul lovește talpa la distanța H de la duză (fig. 1). Considerînd origina jetului la distanța $d/2$ tg $\theta/2$ în spatele feței de ieșire a duzei și viteza pe axa centrală a jetului dincolo de miezul potențial invers proporțională cu distanța la punctul de origine, viteza la distanța H va fi (9):

$$V_H = V_d \frac{L + \frac{d}{2 \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}}{H + \frac{d}{2 \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}} \tag{8}$$

Notînd:

$$\frac{L + \frac{d}{2 \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}}{H + \frac{d}{2 \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}} = M \tag{9}$$

relația (8) devine:

$$V_H = V_d M. \tag{10}$$

Presiunea de impact în centrul jetului pe talpă la distanța H de duză este:

$$P_H = \frac{\rho V_H^2}{2 g}, \tag{11}$$

sau:

$$P_H = \frac{\rho V_d^2 M^2}{2 g}. \tag{12}$$

Admițînd că unghiul de difuziune al jetului este constant și că distribuția presiunilor de impact urmează legea de distribuție probabilistică, presiunea impactului la distanța x de intersecția axei jetului cu talpa sondei este:

$$P_x = P_H e^{-K \left[\frac{x}{H + \frac{d}{2 \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}} \right]^2} \tag{13}$$

K se evaluează în modul următor: forța totală de impact este:

$$F = \int_0^\infty 2 \pi x P_x \, dx. \tag{14}$$

Înlocuind pe P_x:

$$-K\left[\frac{x}{H+\frac{d}{2\,\mathrm{tg}\frac{\theta}{2}}}\right]^2$$

$$F=\int_0^{\infty}2\pi P_H x e \qquad dx \tag{15}$$

și integrînd:

$$F=\frac{\left[H+\dfrac{d}{2\,\mathrm{tg}\dfrac{\theta}{2}}\right]^2\pi\,P_H}{K} \tag{16}$$

Momentul curgerii jetului este dat de:

$$J=\frac{\rho\,\pi\,d^2V_d^2}{4\,g} \tag{17}$$

Din echilibrul de forțe:

$$F=J. \tag{18}$$

Înlocuind F și J prin valorile lor:

$$\frac{\left[H+\dfrac{d}{2\,\mathrm{tg}\dfrac{\theta}{2}}\right]^2\pi\,P_H}{K}=\frac{\rho\,\pi\,d^2V_d^2}{4\,g}, \tag{19}$$

rezolvînd pentru K:

$$K=\frac{2}{d^2}\left[\frac{d+2\,L\,\mathrm{tg}\dfrac{\theta}{2}}{2\,L\,\mathrm{tg}\dfrac{\theta}{2}}\right]^2 \tag{20}$$

și înlocuind în ecuația (13) se obține:

$$P_x=\rho\frac{V_d^2\,M^2}{2\,g}e^{-2(xM/d)^2}. \tag{21}$$

Gradientul presiunii de impact se obține prin derivarea acestei ecuații în raport cu x:

$$\frac{dP_x}{dx}=\frac{-2\,\rho V_d^2M^4}{gd^2}e^{-2(xM/d)^2}. \tag{22}$$

Pentru a se obține maximul gradientului, se ia a doua derivată în raport cu x:

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{dP_x}{dx}\right)=\frac{-2\,\rho V_d^2M^4}{gd^2}e^{-2(xM/d)^2}\cdot\left[\frac{-4\,x^2M^2}{d^2}+1\right] \tag{23}$$

și se egalează cu zero. Se obține:

$$x=\frac{d}{2\,M}. \tag{24}$$

Înlocuind pe x cu $\dfrac{d}{2\,M}$ în prima derivată:

$$\frac{dP_x}{\mathrm{d}x}=\frac{-\rho V_d^2M^2}{gd}e^{-0,5}. \tag{25}$$

Efectul impactului este, deci, direct proporțional cu V_d^2 și invers proporțional cu d (sau invers proporțional cu $Q^{0,5}$). Apare deci că ar fi avantajos să se mărească viteza jetului, deci presiunea la duză în detrimentul debitului.

Dar la sapele obișnuite cu duze, gradienții cei mai mari ai undei de impact acoperă numai 20% din suprafața tălpii. Alte 18% primesc gradienți mai mici. În consecință, acest mod de acționare apare mai puțin interesant.

Curgerea încrucișată însă acoperă practic 80% din suprafața tălpii cu o pînză subțire de lichid în mișcare violentă.

Din experiențele făcute [9] reiese că viteza jetului încrucișat poate fi exprimată, în domeniul de cifră Reynolds întîlnită în șantier ($\sim$ 90 000 în jet) prin:

$$V_c=\frac{14\,(QV_d)^{0,5}}{D}, \tag{26}$$

în care:

V_c este viteza maximă a curgerii încrucișate, în oricare poziție, m/s;
V_d — viteza medie la ieșirea din duză, m/s;
Q — debit, dm³/s;
D — diametrul găurii, m.

Formula este numai estimativă, dar arată că viteza maximă a curgerii încrucișate este în funcție de (QV_d). Dacă se maximalizează acest produs, atunci și viteza curgerii încrucișate devine maximă și, deci, și acțiunea fluidului asupra fragmentelor de rocă ce depășesc fundul găurii.

Experiențele făcute de McLean [10] au arătat că viteza maximă a curgerii încrucișate are loc la o mică distanță de la talpă, de ordinul milimetrilor.

Dacă o vînă de lichid lovește o suprafață, ea exercită asupra suprafeței o forță [11]:

$$F=\rho\,V^2S=\rho\,QV, \tag{27}$$

în care:

F este forța de împingere pe suprafață;
V — viteza jetului;
Q — debitul;
S — secțiunea vinei ce lovește suprafața;
ρ — densitatea lichidului.

În punctul în care viteza curentului încrucișat (transversal) este maximă, forța va fi:

$$F_c=\rho\,V_c^2S=\rho\,(QV_c) \tag{28}$$

sau, înlocuind cu valoarea lui V_c din relația (26):

$$F_c=\frac{196\,\rho}{D^2}(QV_d)\,S, \tag{29}$$

iar presiunea pe unitatea de suprafață (P_c) este:

$$P_c = \frac{196\ \rho}{D^2}(QV_d). \qquad (30)$$

Efortul de forfecare exercitat de un curent paralel cu o suprafață plană, după M y e r s și colab. [10] este dat de relația empirică:

$$\frac{g\ \tau}{\rho} = 0{,}0225\ V_c^2 \left(\frac{V_c\ \delta}{\nu}\right)^{-0{,}25}, \qquad (31)$$

în care:

g este accelerația gravitației;
τ — efortul de forfecare pe placă (talpa sondei);
ρ — densitatea fluidului;
V_c — viteza maximă a curentului paralel cu suprafața;
ν — viscozitatea cinematică a fluidului;
δ — grosimea stratului interior sau distanța lui V_c la placă.

Însă după relația (26), V_c este o funcție de (QV_d). Întrucît în jetul încrucișat viteza maximă, forța de impact, presiunea și efortul de forfecare sînt proporționale cu o putere oarecare a expresiei (QV_d), apare mai avantajos să se maximalizeze acest produs, pentru a se obține cel mai bun efect de la jetul încrucișat (transversal) ce acoperă 80% din suprafața tălpii.

Conform relației (7), aceasta înseamnă a maximaliza forța de impact a jetului la ieșirea din duză. Pentru a se obține eficacitatea maximă este necesar să se stabilească care sînt condițiile optime pentru obținerea de impact maxim la duză.

Notînd [8] cu:

F_d este forța de impact la duză;
F_s — forța de impact la suprafață;
K_d — căderea de presiune prin duză pentru unitatea de debit, astfel ca $P_d = K_d Q^2$;
K_i — constantă de conversiune pentru jet $= \frac{k_1 k_2 \rho}{g}$ astfel ca $F_d = K_i Q P^{0,5}$;
k_p — căderea de presiune în prăjini și spațiul inelar pe unitatea de lungime de gaură și unitatea de debit, astfel ca $K_p = h \cdot k_p$ (h = adîncimea);
Q — debit;
Q_m — debitul maxim la cămașa cea mai mică a pompei la presiunea P_m;
Q'_m — debitul maxim la cămașa cea mai mare a pompei;
P_d — căderea de presiune în duză;
P_m — presiunea maximă disponibilă la pompă la cămașa cea mică;
P_p — căderea de presiune în întreg sistemul de circulație, exceptînd căderea de presiune în duză $= K_p Q^n$ (K_p este determinat de densitatea noroiului, de dimensiunea găurii, a prăjinilor și a prăjinilor grele, de legăturile de la suprafață și de adîncimea găurii; n este aproximativ 1,9, dacă curgerea este turbulentă);
P_s — presiunea la suprafață, cînd presiunea este variabilă.

Reluînd relația (7) și ținînd seama de (1):

$$F_d = \frac{k_2 \rho}{g}(QV_d) = \frac{k_1 k_2 \rho}{g} Q P_d^{0,5} = K_i Q P_d^{0,5}. \qquad (32)$$

Se consideră două cazuri:

Cazul 1. $0 < Q < Q_m$; P_m = constant.

$$F_d = K_i Q P_d^{0,5} = K_i Q (P_m - P_p)^{0,5} =$$

$$= K_i Q (P_m - K_p Q^{1,9})^{0,5} = K_i (P_m Q^2 - K_p Q^{3,9})^{0,5}$$

$$\frac{d(F_d)}{d(Q)} = \frac{K_i (2\ P_m Q - 3{,}9\ K_p Q^{2,9})}{2\ (P_m Q^2 - K_p Q^{3,9})^{0,5}} = 0,$$

de aici:

$$2\ P_m Q_{opt} = 3{,}9\ K_p Q_{opt}^{2,9}$$

$$P_m = 1{,}95\ K_p Q_{opt}^{1,9} = 1{,}95\ P_{p\,opt}, \qquad (33)$$

dar:

$$P_{d\,opt} = P_m - P_{p\,opt} = P_m - 0{,}51\ P_m = 0{,}49 P_m \qquad (34)$$

$$Q_{opt}^{1,9} = \frac{1}{1{,}95}\frac{P_m}{K_p}$$

$$Q_{opt} = \left(\frac{0{,}51\ P_m}{K_p}\right)^{0,53}. \qquad (35)$$

Forța de impact la suprafață a curentului este:

$$F_S = K_i Q P_m^{0,5} \qquad (36)$$

$$F_{d\,opt} = K_i Q_{opt} P_d^{0,5} = K_i Q_{opt} (0{,}49\ P_m)^{0,5} =$$

$$= 0{,}7 F_S = K_i \left(\frac{0{,}51\ P_m^{0,53}}{K_p}\right)(0{,}49\ P_m)^{0,5} =$$

$$= 0{,}506\ K_i K_p^{-0,53} P_m^{1,03}. \qquad (37)$$

Relația (34) arată că, atunci cînd se lucrează cu cămășile minime la pompe, trebuie să se accelereze pompa la turația maximă, pînă la o adîncime la care pierderea de presiune în duzele sapei este egală cu 49% din presiunea de la pompă. De la acest punct pompele se încetinesc, pentru a se menține pierderea de 49% la sapă. Cînd prin scăderea debitului s-a atins viteza ascensională minimă, se mărește duza.

Cazul II. $Q_m < Q < Q'_m$; $P_s Q = C$ (constantă).

$$F_d = K_i Q P^{0,5} = K_i Q (P_s - P_p)^{0,5} =$$

$$= K_i Q \left(\frac{C}{Q} - K_p Q^{1,9}\right)^{0,5} = K_i (CQ - K_p Q^{3,9})^{0,5} \tag{38}$$

$$\frac{(dF)}{(dQ)} = \frac{K_i (C - 3{,}9 K_p Q^{2,9})}{2 (CQ - K_p Q^{3,9})^{0,5}} = 0$$

$$3{,}9\, K_p Q_{opt}^{2,9} = C = P_{s\,opt} Q_{opt},$$

dar :

$$P_{p\,opt} = K_p Q_{opt}^{1,9},$$

deci :

$$P_{s\,opt} \cdot Q_{opt} = 3{,}9\, P_{p\,opt} Q_{opt}$$

$$P_{s\,opt} = 3{,}9\, P_{p\,opt} \tag{39}$$

$$P_{d\,opt} = P_{s\,opt} - P_{p\,opt} = P_{s\,opt} - \frac{1}{3{,}9} P_{s\,opt} =$$

$$= P_{s\,opt} - 0{,}26\, P_{s\,opt}$$

$$P_{d\,opt} = 0{,}74\, P_{s\,opt} \tag{40}$$

$$Q_{opt} = \left(\frac{0{,}26\, P_{s\,opt}}{K_p}\right)^{0,53} \tag{41}$$

$$F_s = K_i Q P_s^{0,5} = K_i (CQ)^{0,5}$$

$$F_{d\,opt} = K_i Q_{opt} (P_{d\,opt})^{0,5} = K_i Q_{opt} (0{,}74\, P_{s\,opt})^{0,5} =$$

$$= 0{,}84\, K_i Q_{opt} P_{s\,opt}^{0,5} = 0{,}84\, F_s. \tag{42}$$

Relaţia (40) arată că, în cazul în care pompa lucrează în regiunea de putere maximă sau de putere constantă, impactul optim se obţine pînă ce căderea de presiune la duză scade pînă la 74% din presiunea de la pompă. Mai departe se reduce debitul şi se măreşte presiunea, pentru a se menţine căderea de presiune la duză de 74%. Cînd se ajunge la presiunea maximă de care este capabilă, pompa se trece în cazul I.

În ambele cazuri, combinarea pompelor pentru a se obţine maximum de efect este un avantaj important.

2. Avantajele forajului cu jet

2.1. *Curăţarea tălpii*

Probabil că efectul cel mai important este curăţarea mai bună a tălpii.

Prezenţa pe talpă a unui strat de detritus are o serie de consecinţe, care duc la scăderea eficacităţii procesului de foraj :

— Dinţii sapei sînt împiedicaţi de a pătrunde pe toată înălţimea lor în rocă, reducîndu-se astfel volumul craterului format.

— O parte din energia disponibilă la sapă este pierdută în mărunţirea inutilă a fragmentelor de rocă detaşate din formaţiune.

— O porţiune mai mică sau mai mare din apăsarea pusă pe sapă se transmite prin masa de detritus direct asupra rocii, reducînd apăsarea dinţilor asupra rocii. Această apăsare supune roca unei presiuni ce se adaugă la presiunea hidrostatică a noroiului, însă cu cît diferenţa de presiune dintre gaură şi fluidele din formaţiune este mai mare, cu atît forabilitatea scade [1—6].

— Prezenţa stratului de detritus îngreuiază detaşarea fragmentelor de rocă sparte de pe talpă.

Pentru cazul unei tălpi perfect curate, se ajunge pe cale teoretică la formula (7) :

$$R \propto \frac{nw^2}{d^2}, \tag{43}$$

în care :

R este viteza (raţia) de avansare ;
n — turaţia ;
w — apăsarea pe sapă ;
d — diametrul găurii ;
$\propto$ — semnul pentru proporţionalitate.

În cazul obişnuit, cînd talpa este încărcată cu detritus formula devine (7) :

$$R \propto \frac{n^x w^y}{d^z}, \tag{44}$$

în care x variază — după diferiţi autori — între 0,4 şi 1,0, y între 1,25 şi 1,0, iar z scade de la 2 pînă la 1.

Pe baza experienţelor de şantier, o serie de cercetători au propus formula [7] :

$$R = a \frac{n^{0,5} w}{d}. \tag{45}$$

Din cauză că exponenţii x, y şi z sînt în funcţie de curăţarea tălpii, ei sînt dependenţi de diferenţa de presiune dintre cele două feţe ale turtei de detritus şi, în consecinţă, sînt o funcţie de adîncimea găurii. Aproape de suprafaţă se obţine o curăţare foarte bună şi variabilele R-n-w sînt reprezentate destul de bine prin relaţia (43). Acest fapt explică vitezele mari de foraj realizate în partea superioară a găurii. Pe măsură ce adîncimea găurii se măreşte, exponenţii descresc şi formula vitezei (raţiei) de avansare se apropie de relaţia (45).

2.2 *Curăţarea sapei*

Detritusul acumulat pe talpă produce, de asemenea, manşonarea sapei şi explicaţia acestui fenomen se sugerează a fi următoarea [2] : fragmentele de detritus alunecă de-a lungul suprafeţei sapei cu lame sau de-a lungul dinţilor, la sapele cu role, fiind împinse de detritusul format ulterior. Diferenţa dintre presiunea noroiului şi presiunea din porii fragmentelor de

detritus presează fragmentele unul în altul și pe suprafața metalului. Noroiul va tencui numai suprafața exterioară a fragmentelor. Filtratul din noroi, va mări în scurt timp presiunea din porii fragmentelor lipite, reducînd astfel presiunea de contact pînă ce un cocoloș de detritus tencuit cu noroi poate fi forfecat și îndepărtat. În rocile puțin permeabile sau impermeabile, filtrarea va fi puțină sau de loc, contactul cu sapa va dura mai mult timp și, în consecință, sapa se va încărca din ce în ce mai mult. Aceasta este în deplină concordanță cu experiența de șantier, în special la forajul în argile și în marne argiloase.

Unul dintre efectele acțiunii jetului este prevenirea manșonării sapei. Efectul de impact al jetului și turbulența creată de reflectarea jetului în direcții oblice față de talpă, după șocul cu talpa, împiedică lipirea fragmentelor de detritus între ele și de sapă și turbulența creată duce la eliminarea lor rapidă.

2.3. *Împiedicarea colmatării formațiunii*

Sub apăsarea dinților sapei, materialul din turta de noroi este împins în porii superficiali ai rocilor poroase, colmatîndu-i și reducînd permeabilitatea fragmentelor sfărîmate de sapă. Din această cauză, detașarea fragmentelor de detritus de talpă se face mai greu.

Dacă turta de detritus este absentă, fenomenul nu mai are loc și fragmentele se pot detașa mai ușor sub șocul violent al jetului.

3. Dezavantajele forajului cu jet

3.1. *Reducerea apăsării pe talpă*

Prin însăși existența lui, jetul exercită o forță de reacțiune asupra sapei, de sens contrar forței de apăsare ce se pune pe sapă.

În cazul sapelor cu role, valoarea acestei forțe este [11]:

$$F_r = \rho Q V_d, \qquad (46)$$

în care:

F_r este forța de reacțiune, kg;
ρ —densitatea lichidului, kg.s^2/m^4
Q — debitul, m^3/s
V_d — viteza jetului, m/s.

În cazul sapelor cu diamante, problema este mai complicată. Forța este produsă de presiunea diferențială care apasă pe fața inferioară a sapei și este dificil de calculat, deoarece nu se cunoaște distribuția de presiune pe această față. Ea este influențată de expunerea (relieful) pietrelor de diamant, de construcția canalelor de spălare și de detritusul format. Unele societăți de foraj estimează forța de reacție la 20% din diferența dintre presiunea de circulație cu sapa pe talpă și presiunea cînd se circulă deasupra tălpii, înmulțită cu suprafața tălpii. Se recomandă să nu se considere mai mult de 50 kgf pe milimetru de diametru pe sapă [12].

3.2. *Lărgirea găurii*

Eroziunea produsă de jet sau de turbulență poate duce la o lărgire a găurii cu atît mai importantă cu cît energia cinetică a jetului este mai mare și formațiunile săpate mai moi.

Lărgirea produsă poate cauza:
— prinderi de garnituri de foraj;
— prinderi de coloane;
— cimentări nereușite; pe lîngă necesitatea utilizării unor cantități mai mari de ciment.

Este de remarcat faptul că energia cinetică a fluidului, care produce eroziunea crește cu pătratul vitezei.

3.3. *Pierderi de circulație*

Forajul cu jet poate genera pierderi de circulație, în special la sondele adînci, atunci cînd se forează cu noroi greu.

Cum formațiunile cu presiuni anormale sînt mai susceptibile la fisurare decît cele cu presiuni normale, suprapresiunea exercitată asupra rocii de impactul jetului inițial sau al jetului încrucișat de pe talpă poate fi suficientă pentru a produce fisurarea. De aceea la adîncime mare se preferă să se sape fără jet, chiar dacă hidraulica sistemului o permite.

3.4. *Devieri de gaură*

În unele cazuri, forajul cu jet a dus la săparea de găuri deviate. Aceasta se poate datora dezechilibrului hidraulic produs de înfundarea unei duze sau altor cauze secundare, cum ar fi lărgirea găurii, apăsarea prea mare pe sapă, prăjini grele nestabilizate etc.

4. Perspective. Forajul cu eroziune [13]

Forajul cu eroziune este bazat pe utilizarea unui jet de fluid, obișnuit apă, și poate da viteze de avansare mari, chiar în roci dure, cu condiția ca căderea de presiune în duză — respectiv viteza jetului — să depășească o anumită valoare denumită valoare de prag. Această presiune de prag (presiune critică), care este o funcție de rezistența rocii și de presiunea hidrostatică din gaura de sondă, variază de la 140 kgf/cm^2, pentru materiale de rezistență mică, cum este cărbunele, la peste 1 400 kgf/cm^2, pentru roci dure ca granitul și bazaltul. Cu un jet de diametru 1,6 mm și o cădere de presiune de 1 260 kgf/cm^2 s-a putut fora în marmura de Carara cu viteza de 9 m/min, în gresia de Darley

Dale, cu 22,8 m/min și în calcar oolitic, cu 24,6 m/min.

La o cădere de presiune de 4 970 kgf/cm² și cu duze de 5 mm, s-a reușit să se sape cu viteza de 74 m/min, în marmură de Carara, și de 100 m/min, în gresia de Darley Dale. Cu o foreză cu patru duze, la o cădere de presiune de 1 900 kgf/cm², s-au săpat găuri de 95 mm în granit, cu o viteză de 9 m/h.

La debite de lichid comparabile cu cele de la forajul rotativ — 20 l/s —s-ar putea ajunge la puteri la talpă de 3 000 + 6 000 CP, în comparație cu 20 ÷ 50 CP, utilizate de sapă cu role.

Problema cea mai importantă este eroziunea duzelor, în special cînd se utilizează nisip sau alte materiale abrazive în fluidul de foraj.

Deși, în plus, trebuie dezvoltate pompe, capete hidraulice și racorduri de mare presiune, forajul cu eroziune reprezintă o metodă nouă, promițătoare, din cauza nivelului înalt de energie ce se poate dezvolta la talpă și a vitezei mari de avansare ce se poate obține.

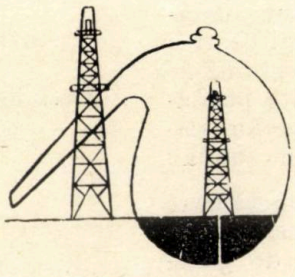
5. Concluzii

Forajul cu jet este în prezent una dintre cele mai rapide metode de foraj, cînd mediul de circulație este un lichid, în special dacă se utilizează apa. El permite să se transmită la talpă puteri mari pentru dislocarea rocii.

Metoda este, însă, susceptibilă de perfecționări importante, care ar putea duce, în final, la forajul cu simplu jet, cel puțin pentru unele formațiuni. În același timp are și unele dezavantaje în cazul unei folosiri neraționale, așa cum s-a arătat și care trebuie luate în considerație cînd se programează forajul cu jet.

BIBLIOGRAFIE

1. Robinson, L. H. Jr. Transactions AIME, **216**, 1959.
2. Garnier, A. J. și van Lingen, N. H. Trans. AIME **216**, 1959.
3. Marx, C. În: Erdoel, Erdgas Zeitschrift, **83**, nr. 10, 1967.
4. Maurer, W. C. În: Oil Gas, **64**, nr. 2, ian. 1966.
5. Vidrine, D. J. și Benit, E. J. În: J of Petrol Technol **XX**, nr. 7, iul. 1968.
6. Bingham, N. C. În: Oil Gas J. **63**. nr. 11, mart. 1965.
7. Maurer, W. C. În: J. Petrol Technol, sept. 1962.
8. Kendall, H. A. și Goins, W. C. Jr. În: Petroleum. Transactions AIME, **219**, 1960.
9. McLean, R. H. În: J. Petrol Technol, **XVI**, nr. 11, noiemb. 1964.
10. McLean, R. H. În: J. Petrol. Technol, **XVII**, nr. 12, dec. 1965.
11. Hütte. Manualul inginerului. Ed. AGIR, 1947, p. 501.
12. Gary, G. H. În: Oil Gas J. **67**, nr. 11, mart. 1969.
13. Maurer, W. C. În: Oil Gas J., **66** nr. 11, mart., 1968.



Metodă de calcul al parametrilor de funcţionare a sondelor productive, echipate cu piston liber expandabil, cu ciclu controlat

I. Tocan

Ca procedeu de extragere a fluidului din sonde, pistonul liber se aplică de peste 40 de ani [1]. În această perioadă, corespunzător cerinţelor aplicării în condiţii optime a acestui procedeu, s-a realizat o continuă îmbunătăţire a elementelor componente ale instalaţiei, atenţia fiind îndreptată îndeosebi în direcţia elaborării unor tipuri perfecţionate de pistoane şi, în concordanţă cu acestea, în direcţia adoptării unor soluţii adecvate de perfecţionare a instalaţiilor în ansamblu.

Dintre instalaţiile utilizate în prezent, un interes deosebit îl prezintă instalaţiile prevăzute cu dispozitive de reglare, cu comandă automată a ciclurilor de funcţionare, iar în ceea ce priveşte tipul de piston, dintre cele ce se anunţă ca interesante, se poate menţiona pistonul expandabil cu ciclu controlat.

Stabilirea regimului de funcţionare a sondelor echipate cu instalaţii cu piston liber constituie, în mod evident, o problemă de actualitate şi, în acelaşi timp, o problemă de interes practic, cu atît mai mult, cu cît aplicarea acestui procedeu este din ce în ce mai intens solicitat de condiţiile existente în practica exploatării din ţara noastră.

1. Relaţii de calcul al unor parametri de funcţionare

Pentru a caracteriza funcţionarea unei instalaţii cu piston liber în anumite condiţii dintr-o sondă şi, mai ales, pentru a proiecta regimul de lucru al acesteia este necesar să existe posibilitatea estimării cel puţin a următoarelor elemente de bază privind situaţia din sondă:

$P_{funcţ.}$ este presiunea efectivă de funcţionare la care are loc ascensiunea;

$\zeta_{nec.}$ — gradientul raţiei necesare de gaze-lichid;

$\Delta P_{col.}$ — variaţia presiunii în coloana de exploatare în cursul unui ciclu de funcţionare;

$Q_{inst.}^{max}$ — debitul maxim de lichid realizat cu instalaţia respectivă în condiţii determinate de funcţionare.

În urma prelucrării datelor recoltate de la un număr mare de sonde din S.U.A, funcţionînd cu piston liber (70 de sonde echipate cu piston de 2" şi 75 de sonde cu pistonul de $2^1/_2$"), au fost stabilite relaţii de calcul [2] care permit determinarea valorilor corespunzătoare pentru elementele menţionate, oferind un grad mare de exactitate faţă de realitate. Relaţiile respective sînt stabilite atît pentru cazul utilizării unui piston de 2", precum şi pentru piston de $2^1/_2$", astfel:

pentru $d = 2''$

$$P_{funcţ.} = P_{col}^{max} - P_2^{min} = 34{,}41\, q_c + 1{,}91\, 10^{-3} L + 26{,}25\, 10^{-3} q_c L + 4{,}738, \text{ în kgf/cm}^2 \quad (1)$$

$$\zeta_{nec} = \frac{G_{onec.}}{10^{-3} L} = \frac{3 \cdot 10^{-3} L + 1{,}02\, P_2^{min} + 25{,}82}{q_c} + 117{,}18 \text{ în } \frac{\text{m}^3/\text{m}^3}{1\,000 \text{ m}} \quad (2)$$

$$\underset{(5^1/_2'')}{\Delta P_{col}} = P_{col.}^{max.} - P_{col.}^{min.} = 3{,}61\, q_c + 0{,}79\, 10^{-3} L + 0{,}02\, P_2^{min} + 0{,}696, \text{ în kgf/cm}^2 \quad (3)$$

$$Q_{inst.}^{max} = \frac{1\,440}{t_c} q_c = \frac{1\,440\, q_c}{4{,}92\, 10^{-3} L + 50{,}4\, q_c}, \text{ în m}^3/24 \text{ h}, \quad (4)$$

pentru $d = 2^1/_2''$:

$$P_{funcţ.} = P_{col}^{max} - P_2^{min} = 1{,}52\, q_c + 1{,}333\, 10^{-3} L + 16{,}13\, 10^{-3} q_c L + 6{,}425, \text{ în kgf/cm}^2 \quad (5)$$

$$\zeta_{nec.} = \frac{G_{onec.}}{10^{-3} L} = \frac{14{,}515\, 10^{-3} L + 0{,}972\, P_2^{min} + 23{,}51}{q_c} + 71{,}13 \text{ în } \frac{\text{m}^3/\text{m}^3}{1\,000 \text{ m}}; \quad (6)$$

$$\underset{(7'')}{\Delta P_{col}} = P_{col.}^{max.} - P_{col.}^{min} = 1{,}68\, q_c + 2{,}147\, 10^{-3} L + 0{,}051\, P_2^{min} - 3{,}07, \text{ în } \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad (7)$$

$$Q_{inst.}^{max.} = \frac{1\,440}{t_c} q_c = \frac{1\,440\ q_c}{4{,}92\ 10^{-3} L + 37{,}8\ q_c},$$

$$\text{în } \frac{m^3}{24\ h}, \qquad (8)$$

în care :

$P_{col.}^{max.}$ este presiunea maximă în coloana de exploatare, în cursul unui ciclu de funcţionare, kgf/cm²;

$P_{col.}^{min.}$ — presiunea minimă în coloana de exploatare, în cursul unui ciclu de funcţionare, valoarea minimă, kgf/cm²;

q_c — debitul de lichid într-un ciclu de funcţionare, $\frac{m^3}{ciclu}$;

L — lungimea coloanei de ţevi de extracţie, respectiv distanţa de la suprafaţă pînă la punctul în care are loc pătrunderea gazelor în coloana de extracţie, m;

P_2^{min} — presiunea minimă admisă la capătul de sus al coloanei de ţevi de extracţie, kgf/cm²;

$G_{0\,nec.}$ — raţia necesară de gaze-lichid, m³/m³;

t_c — durata unui ciclu de funcţionare, min.

Dat fiind faptul că funcţionarea instalaţiei din sondă este strîns legată de comportarea formaţiunii productive din care se extrag fluidele respective, pentru stabilirea regimului de lucru al sondei trebuie să se ţină seama de funcţionarea combinată a sistemului strat — sondă. În acest scop, în expresia debitului de fluid oferit de formaţiunea productivă:

$$Q = I_p (P_{str} - P_f)$$

se va atribui lui P_f —presiunea de fund (parametru comun de reglare atît pentru ritmul de curgere în strat, cît şi pentru funcţionarea instalaţiei din sondă) — o expresie determinată de situaţia din sondă, respectiv presiunea medie din coloana de exploatare :

$$P_f^{med.} = \frac{1}{2}(P_{col.}^{max.} + P_{col.}^{min.})\,\alpha =$$

$$= \alpha\left[P_{col.}^{max.} - \frac{1}{2}(P_{col.}^{max.} - P_{col.}^{min.})\right] \qquad (9)$$

sau :

$$P_f^{med.} = \alpha\left(P_{col.}^{max.} - \frac{1}{2}\Delta P_{col.}\right), \qquad (10)$$

în care α este factorul cu care se majorează presiunea medie existentă la capătul de sus al coloanei de exploatare, pentru ca, incluzînd efectul dat de prezenţa gazelor în coloană, să se obţină presiunea medie de fund.

De aici rezultă că, ţinînd seamă de condiţiile de lucru din sondă :

$$Q_{strat.} = I_p (P - P_f^{med.}) =$$

$$= I_p P_{strat.} - I_p \alpha\left(P_{col.}^{max.} - \frac{1}{2}\Delta P_{col.}\right) \qquad (11)$$

şi, ţinînd seamă de relaţiile anterioare (1) şi (3), se obţine pentru $d = 2''$:

$$Q_{strat.} = I_p P_{strat.} - I_p \cdot \alpha\,(0{,}99\ P_2^{min} + 1{,}52\ 10^{-3} L +$$

$$+ 4{,}39) - I_p\,\alpha\,(26{,}25\ 10^{-3} L + 32{,}6)\,q_c, \qquad (12)$$

iar pentru $d = 2^1/_2''$, cu ajutorul relaţiilor (5) şi (7), corespunzător :

$$Q_{strat.} = I_p P_{strat.} - I_p \cdot \alpha(0{,}974\ P_2^{min} + 0{,}259\ 10^{-3} L +$$

$$+ 7{,}96) - I_p \cdot \alpha\,(16{,}13\ 10^{-3} L + 0{,}68)\,q_c. \qquad (13)$$

Din combinarea relaţiilor (11), (12) şi (13), care exprimă debitul de fluid pe care îl oferă

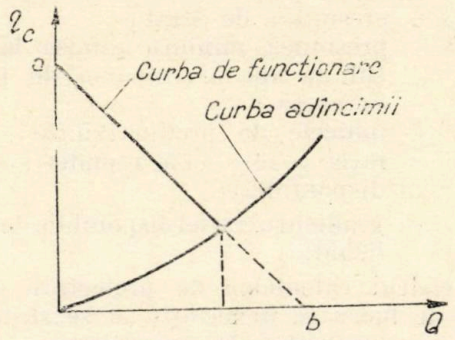


Fig. 1. Intersecţia dintre curba de funcţionare şi curba adîncimii limită.

stratul în condiţiile impuse de situaţia creată în sondă, cu relaţiile (4) şi (8), care indică debitul ce poate fi extras cu ajutorul instalaţiei, se poate obţine debitul maxim efectiv cu care va funcţiona sonda respectivă. Pentru determinarea acestui parametru de funcţionare se porneşte de la faptul că soluţia căutată trebuie să satisfacă ambele relaţii care concură la exprimarea funcţionării combinate. Grafic, soluţia se poate obţine determinînd valoarea lui Q corespunzătoare punctului de intersecţie al celor două curbe de funcţionare (fig. 1) :

$$\text{(A)} \qquad Q = \frac{ab - bq_c}{a} \qquad (14)$$

$$\text{(B)} \qquad Q = \frac{1\,440}{t_c} q_c \qquad (15)$$

Folosind relaţiile corespunzătoare pentru cele două dimensiuni de pistoane, se va obţine pentru $d = 2''$:

$$50{,}4\ a\ Q^2 - (1\,440\ a + 50{,}4\ ab +$$

$$+ 4{,}92\ 10^{-3}\ b\ L)\,Q + 1\,440\ ab = 0, \qquad (16)$$

pentru $d = 2\ ^1/_2''$:

$$37{,}8\ a\ Q^2 - (1\,440\ a + 37{,}8\ ab + + 4{,}92\ 10^{-3}\ b\ L)\ Q + 1\,440\ ab = 0. \quad (17)$$

Constantele a și b reprezentînd punctele de intersecție ale curbei de funcționare a stratului cu axele de coordonate, determinarea lor se face calculînd cu ajutorul relațiilor (12) și (13) pe q_{c1} și q_{c2}, pentru $Q_{strat} = 0$, respectiv pe Q_{strat_1} și Q_{strat_2}, pentru $q_c = 0$.

2. Elementele necesare pentru stabilirea regimului de lucru

În vederea stabilirii regimului de lucru la o sondă în care extracția fluidelor se face cu ajutorul pistonului liber cu ciclu controlat, sînt necesare date cu privire la următoarele elemente principale :

- d reprezintă dimensiunea pistonului, respectiv a coloanei de țevi de extracție ;
- D — diametrul coloanei de exploatare ;
- L — lungimea coloanei de țevi de extracție ;
- $P_{strat.}$ — presiunea de strat ;
- P_2^{min} — presiunea minimă admisă la capătul de sus al coloanei de țevi de extracție ;
- I_p — indicele de productivitate ;
- G_{od} — rația gaze—lichid a sondei (valoarea disponibilă) ;
- $\zeta_{disp.}$ — gradientul rației disponibile de gaze—lichid.

În cadrul calculelor de proiectare a regimului de lucru se urmărește să se stabilească următorii parametri de funcționare :

- Q_{max} este debitul maxim de lichid produs de sondă în 24 h ;
- q_c — debitul de lichid produs în cursul unui ciclu de funcționare ;
- n_c — numărul de cicluri în 24 h ;
- t_c — durata unui ciclu ;
- V_{cn} — cantitatea necesară de gaze pentru funcționare ;
- G_{onec} — rația de gaze—lichid (valoarea necesară) ;
- ζ_{nec} — gradientul rației necesare de gaze—lichid ;
- $P_{funct.}$ — presiunea efectivă de funcționare ;
- $P_{col.}^{max.}$ — presiunea maximă în coloana de exploatare ;
- $\Delta\zeta$ — diferența între gradientul disponibil și cel necesar.

3. Metodica de proiectare a regimului de lucru

Stabilirea regimului de lucru la o anumită sondă cu ajutorul relațiilor de calcul menționate, se va face în funcție de condițiile existente în sistemul respectiv, format de stratul productiv și instalația din sondă, incluzînd atît seria de date necesare indicate în paragraful precedent, cît și relația în care se află gradientul rației necesare gaze—lichid, în comparație cu gradientul rației disponibile gaze—lichid. În funcție de acest din urmă aspect, pot apărea în cursul proiectării regimului de lucru două cazuri distincte sub forma :

$$\zeta_{disp.} < \zeta_{nec.} \quad (18)$$

$$\zeta_{disp.} > \zeta_{nec.} \quad (19)$$

corespunzător cărora metodica de desfășurare a calculelor de proiectare se va face în mod diferit.

De aceea, în cazul fiecărei sonde la care urmează să se stabilească regimul de lucru, la început se vor stabili principalii parametri de funcționare, după care se va face comparație între necesar și disponibil. Apoi, în funcție de aceasta se continuă calculul, potrivit soluției care se adoptă.

În mod concret, schema generală de lucru [3] se poate prezenta sub următorul aspect stabilindu-se :

- Q este debitul sondei ;
- q_c — debitul pe ciclu ;
- n_c — numărul de cicluri ;
- t_c — durata unui ciclu ;
- $P_{funct.}$ — presiunea efectivă de funcționare ;
- $P_{col.}^{max.}$ — presiunea maximă la coloană ;
- $V_{o\,nec.}$ — volumul necesar de gaze ;
- $G_{o\,nec.}$ — rația necesară gaze—lichid ;
- $\zeta_{nec.}$ — gradientul rației necesare gaze—lichid ;
- $\Delta\zeta$ — comparația între necesar și disponibil.

În funcție de rezultatul obținut din comparație se trece apoi la soluționare în cadrul celor două cazuri menționate.

Cazul :

$$\boxed{\zeta_{disp} < \zeta_{nec}}$$

Dat fiind că, în acest caz, este vorba de o *neacoperire a necesarului de gaze* pentru asigurarea funcționării instalației potrivit parametrilor stabiliți la început, numai cu gazele proprii ale sondei, rezultă că se poate recurge la una dintre următoarele soluții :

— dacă se dispune de gaze comprimate în rețeaua de alimentare a sondelor, în cantitate suficientă, pentru a acoperi deficitul de gaze, se va determina cantitatea de gaze necesară pentru injectarea în sondă, cu relația :

$$V_{o\,inj.} = \Delta G_o Q, \quad (20)$$

— dacă nu se dispune de gaze comprimate pentru a realiza suplimentarea pînă la nivelul

necesarului stabilit la început, se va admite funcționarea instalației numai cu gazele proprii ale sondei, adică se acceptă, ca :

$$\zeta_{disp.} = \zeta_{nec.}$$

Ținînd seamă de aceasta, utilizînd relațiile (2) și (6), se determină valoarea corespunzătoare a debitului pe ciclu q_c și pe această bază se reface calculul parametrilor de funcționare indicați la început.

Cazul :

$$\boxed{\zeta_{disp.} > \zeta_{nec.}}$$

Întrucît, în acest caz, în sistem apare un *surplus de gaze* față de ceea ce este necesar pentru a asigura funcționarea instalației potrivit parametrilor stabiliți, rezultă că este posibil să se aleagă una dintre următoarele două soluții :

— se asigură evacuarea din sondă a cantității de gaze aflate în exces față de necesar, determinată cu ajutorul relației :

$$V_{o\,evac.} = \Delta G_o\, Q \qquad (21)$$

— se admite ca instalația să funcționeze cu întreaga cantitate de gaze proprii provenite din formațiunea productivă, adică se acceptă, ca :

$$\zeta_{disp.} = \zeta_{nec.}$$

Respectarea acestei relații de condiție impune însă o reconsiderare a condițiilor în care se va realiza funcționarea combinată a sistemului strat —instalație, fiind necesară construirea unei

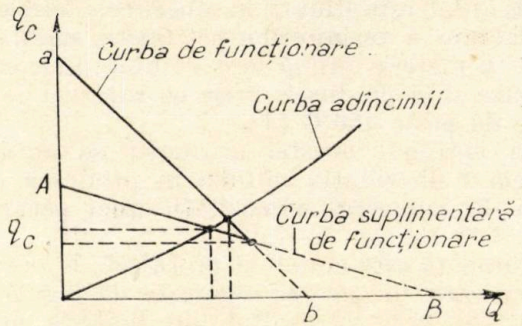


Fig. 2. Curba suplimentară de funcționare.

linii suplimentare de funcționare (fig. 2). Expresia analitică a acestei linii se va scrie, deci, în funcție de gradientul rației gaze—lichid în locul presiunii minime la capătul de sus al coloanei de țevi de extracție. Pentru aceasta, în relațiile (12) și (13) se va înlocui P_2^{min} cu expresiile obținute din relațiile (2) și (6).

În final se va obține :

pentru $d = 2''$

$$Q_{strat.} = I_p\, P_{strat.} - I_p\, \alpha\, (0{,}971\, \zeta_{disp.} + 26{,}25\ 10^{-3}\, L - 81{,}2) q_c + I_p\, \alpha\, (1{,}41\ 10^{-3} L + 20{,}7); \qquad (22)$$

pentru $d = 2^1/_2''$:

$$Q_{strat.} = I_p\, P_{strat.} - I_p\, \alpha\, (\zeta_{disp.} + 16{,}13\ 10^{-3}\, L - 70{,}6)\, q_c + I_p\, \alpha\, (14{,}3\ 10^{-3}\, L + 15{,}61). \qquad (23)$$

Cu ajutorul relațiilor (22) și (23), folosind procedeul menționat anterior, se vor determina constantele A și B, care vor înlocui constantele a și b din relațiile (16) și (17) scrise sub forma :

pentru $d = 2''$:

$$50{,}4\ A\ Q^2 - (1\,440\ A + 50{,}4\ AB + 4{,}92\ 10^{-3}\ BL) Q + 1\,440\ AB = 0; \qquad (24)$$

pentru $d = 2^1/_2''$:

$$37{,}8\ A\ Q^2 - (1\,440\ A + 37{,}8\ AB + 4{,}92 \cdot 10^{-3}\ BL)\ Q + 1\,440\ AB = 0. \qquad (25)$$

Cu ajutorul acestor relații se calculează debitul instalației corespunzător diametrului cu care lucrează aceasta și în continuare se recalculează parametrii de funcționare stabiliți la început.

BIBLIOGRAFIE

1. Tocan, I. Unele probleme actuale ale utilizării pistonului liber la sondele de extracție a țițeiului și gazelor, I. P. G., București, 1958.
2. Beeson, C. M., Knox, D. G. și Stoddard, J. H. În : The Petroleum Engineer, **30**, nr. 6, B 96; nr. 7, B 68, 1958 ; nr. 8, B 58, 1958 ; nr. 10, B 76, 1958; nr. 11, B 106, 1958.
3. Tocan, I. Metodă de calcul a principalilor parametri de funcționare în cazul utilării sondei cu piston liber expandabil cu ciclu controlat. I.P.G.G, București, 1959.
4. Ioachim, Gr. și Tocan, I. Cercetări noi în probleme de erupție artificială intermitentă. „Comunicare prezentată la sesiunea științifică a cadrelor didactice din I.P.G.G., București, 1960.

O nouă metodă de obţinere a combustibilului de focare cu conţinut redus de sulf, cu ajutorul cocsării întîrziate

I. Zîrnă

Creşterea proporţiei de ţiţeiuri sulfuroase în cadrul prelucrării, tendinţă observată în mai toate industriile naţionale de prelucrare a ţiţeiului, pune probleme din ce în ce mai acute legate de diminuarea efectelor negative ale prezenţei sulfului în materia primă. Aceste efecte se manifestă, pe de o parte, prin scurtarea vieţii utilajelor datorită coroziunilor în aparatura tehnologică de prelucrare şi în aparatura în care sînt utilizate fracţiunile petroliere, iar pe de altă parte, prin aceea că creşterea cantitativă a consumului de produse petroliere, cu o creştere concomitentă a conţinutului lor de sulf, duce la poluarea tot mai pronunţată a atmosferei. Soluţia care rezolvă integral aceste neajunsuri ale utilizării produselor petroliere provenite din ţiţeiuri sulfuroase ar fi desulfurarea fracţiunilor petroliere, inclusiv a fracţiunilor lichide reziduale. Desulfurarea fracţiunilor uşoare, a motorinelor şi a uleiurilor a intrat în practica curentă a rafinăriilor, constituind grupul proceselor de rafinare cu hidrogen. În ceea ce priveşte desulfurarea fracţiunilor reziduale utilizate uzual drept combustibili de focare, datorită investiţiilor necesare mari şi costului încă ridicat al desulfurării, comparativ cu preţul produsului rezultat, acest proces nu s-a dezvoltat încă la nivelul la care ar putea acoperi producţia de combustibili reziduali sulfuroşi.

În această direcţie, a desulfurării fracţiunilor reziduale, se desfăşoară încă un proces de căutare de soluţii convenabile din punct de vedere tehnic şi economic cu atît mai mult cu cît, nu în puţine cazuri, lipsa acestor soluţii afectează direct bugetul rafinăriilor, prin cheltuielile ce trebuie făcute în scopul combaterii poluării atmosferei, impuse de legislaţiile ce limitează conţinutul de SO_2 în aer între 0,2 şi 0,5 p.p.m. (în volum). Este instructiv în acest sens faptul că în Europa de Vest cheltuielile anuale ale rafinăriilor pentru combaterea poluării aerului se cifrează la circa 15 mil. dolari [1], iar în S.U.A. se cheltuiesc circa 12 mil. dolari pentru perfecţionarea procedeelor de desulfurare a combustibililor reziduali [2].

Pentru situaţia Europei, unde proporţia de combustibili reziduali în producţia rafinăriilor se menţine ridicată [3] şi unde o bună parte din ţiţeiul prelucrat provine din zona Orientului Mijlociu, cu conţinuturi de sulf de peste 1%, desulfurarea fracţiunilor reziduale este de o importanţă majoră.

În funcţie de specificul fiecărei ţări, cum ar fi: condiţii climaterice, densitatea populaţiei, costul şi uşurinţa de obţinere a hidrogenului, necesarul de produse albe şi de produse reziduale, sursa de materii prime şi gradul de tehnicitate al fiecărei industrii naţionale de prelucrare a ţiţeiului, se poate alege unul sau altul dintre procedeele de desulfurare a reziduurilor, astfel încît să se obţină o eficienţă economică maximă şi totodată să se poată răspunde exigenţelor impuse de protecţia împotriva poluării atmosferei.

În condiţiile unui climat cu umiditate relativă mai redusă (35—55%) şi atunci cînd se cere o creştere atît a potenţialului de carburanţi de motoare cît şi de combustibili pentru focare, se poate aplica procedeul de cocsare întîrziată a reziduurilor petroliere în scopul obţinerii de randamente convenabile de combustibili pentru focare cu conţinut de sulf admis de normele internaţionale în vigoare.

De altfel, este ştiut că în procedeele termice de prelucrare a reziduurilor petroliere, sulful prezent în materia primă se distribuie preferenţial în gaze şi în produsele grele cu interval de fierbere de peste 450°C [4].

În sprijinul acestei afirmaţii se arată în tabela 1 distribuţia sulfului în produsele obţinute la reducerea viscozităţii unei păcuri cu conţinut ridicat de sulf (3,27% sulf).

Totodată este cunoscut faptul că, la procesul de cocsare, în gaze se regăseşte de regulă mai mult de 15% din sulful din materia primă, iar în cocs în jur de 50% din acesta. Evident,

TABELA 1

Distribuţia sulfului în produsele de reducere a viscozităţii

Produsul	Interval de fierbere, °C	Conţinut de sulf, %	Randamente, %	% din sulful iniţial	% din sulf iniţial / randament de produs
Gaze	—	78*)	4,08	7,3	1,8
Benzină	40—135	0,66	6,9	1,4	0,2
Motorină uşoară	135—250	0,93	8,8	2,5	0,28
Motorină grea	250—450	1,95	21,4	12,8	0,60
Reziduu	450	3,45	58,7	76,0	1,30

*) g/m³.

în acest caz procesul de cocsare trebuie astfel dirijat, încît să dea un randament convenabil de distilate medii, deci trebuie realizat la temperaturi moderate, cu raţii de recirculare convenabile şi, în special, la presiuni scăzute. În cele ce urmează se vor prezenta rezultatele experimentale ale desulfurării prin cocsare a unei păcuri cu conţinut ridicat de sulf.

II. Partea experimentală

a. *Descrierea aparaturii*

Aparatura pe care s-au făcut experienţele de cocsare întîrziată este prezentată în figura 1. Aceasta este o instalaţie-pilot, de mică capacitate (300 cm³/h), care se compune din sistemul de alimentare a materiei prime cu pompa dozatoare, din camera de cocs încălzită electric, pe care se măsoară presiunea şi temperatura, şi din sistemul de condensare şi de separare a produselor de reacţie lichide de cele gazoase, cu captarea gazelor de reacţie în gazometru. Materia primă este trasă cu pompa din vasul de alimentare, şi introdusă în camera de cocs pe la partea superioară a acesteia. Reglarea temperaturii în camera de cocs se face cu ajutorul unor transformatoare electrice variabile. Presiunea pe camera de cocs este menţinută la valoarea dorită manipulînd ventilul de reglaj de pe conducta de vapori a camerei de cocs. Instalaţia experimentală de cocsare este corelată cu instalaţiile industriale de cocsare, pentru proiectarea şi realizarea cărora Republica Socialistă România are o vastă experienţă.

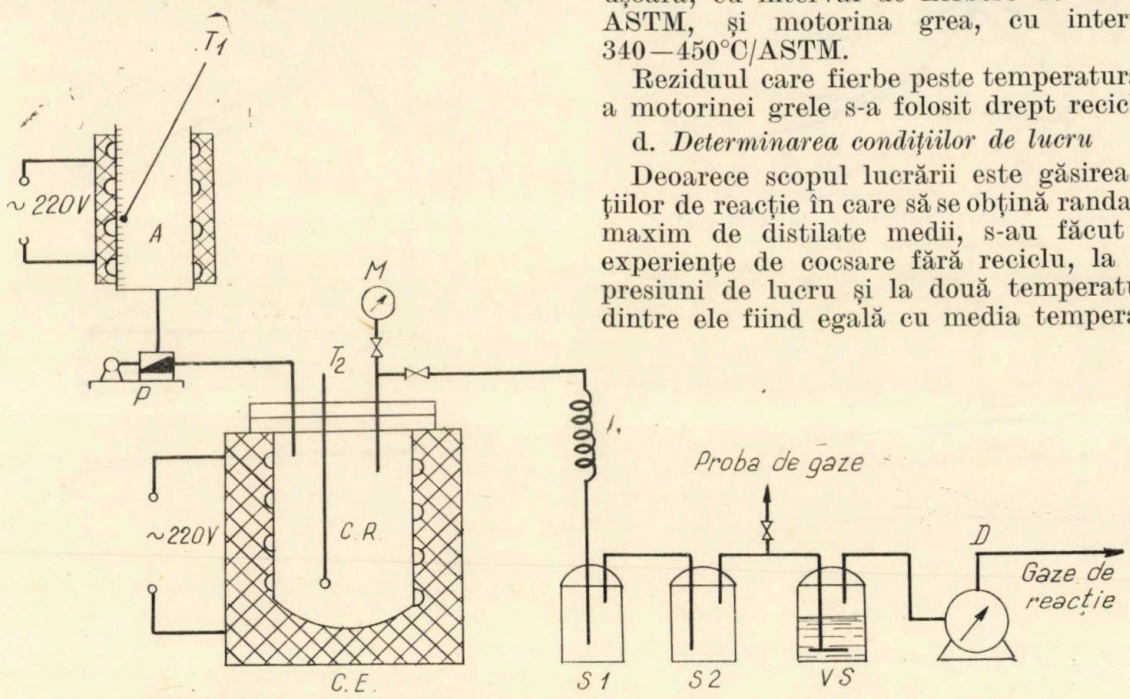


Fig. 1. Schema de principiu a instalaţiei de cocsare (laborator) cu alimentare continuă:
A – vas alimentare; P – pompă; C.R. – cameră de cocsare; C.E. – cuptor electric; T_1-T_2 – termocuple; M – manometru; C – condensator; S_1-S_2 – vase separatoare; V_S – vas spălător cu NaOH; D – contor de gaze

b. *Materia primă*

Drept materie primă s-a folosit o păcură sulfuroasă, ale cărei caracteristici se dau în tabela 2.

TABELA 2

Caracteristicile analitice ale păcurii sulfuroase supuse la cocsare

d_4^{20}	0,9544
viscozitate la 70°C, °E	13,04
viscozitate la 100°C, °E	3,99
viscozitate la 120°C, °E	2,43
sulf, %	2,51
cenuşă, %	0,03
cocs Conradson, %	10,8
temperatura de inflamare, °C	198
Distilaţie:	
– punct iniţial de fierbere, °C	217
– 5% vol. distilă la, °C	347
– 10% vol distilă la, °C	367
Conţinut de metale:	
Ni, p.p.m.	50
V, p.p.m.	64
Fe, p.p.m.	12
Cu, p.p.m.	4
Na, p.p.m.	194
Analiza elementară	
C, %	85,1
H_2, %	11,5
N_2, %	0,41

c. *Produsele*

Pentru stabilirea bilanţurilor materiale, gazele s-au analizat cromatografic, proba fiind luată înaintea vasului de spălare cu soluţie NaOH. Componentele pînă la C_4, inclusiv din benzină, au fost incluse în gaze, iar componentele C_5^+ din gaze au fost repartizate în benzină. Benzina s-a fracţionat din produsul lichid de reacţie pe coloană de 5 t.t. la final 205°/ASTM.

Pe aceeaşi coloană sau fracţionat motorina uşoară, cu interval de fierbere de 205–340°C ASTM, şi motorina grea, cu interval de 340–450°C/ASTM.

Reziduul care fierbe peste temperatura finală a motorinei grele s-a folosit drept reciclu.

d. *Determinarea condiţiilor de lucru*

Deoarece scopul lucrării este găsirea condiţiilor de reacţie în care să se obţină randamentumaxim de distilate medii, s-au făcut iniţial experienţe de cocsare fără reciclu, la diferite presiuni de lucru şi la două temperaturi, una dintre ele fiind egală cu media temperaturilor

dintr-o cameră de cocsare industrială (470°C), iar a doua reprezentînd aproximativ cea mai mică temperatură din faza lichidă, din aceeaşi cameră de cocsare (440°C). În acest fel rezultatele găsite la 470°C corespund unei temperaturi de alimentare a camerei industriale de circa 500°C, iar acelea de la 440°C corespund alimentării camerei industriale la 470°C. S-au efectuat apoi experienţe de cocsare cu reciclu 07/1 la cele două temperaturi.

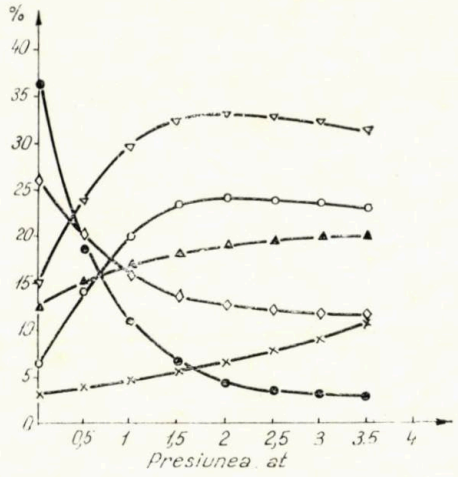


Fig. 2. Cocsarea păcurei sulfuroase la temperatura de 47°C şi diferite presiuni:
▽ – fracţiunea 205–340°C; ○ – benzină (C_5–205°C); ▲ – cocs; ◇ – fracţiunea 340–450°C; × – gaze (H_2,C_1–C_4); ● – reziduu > 450°C.

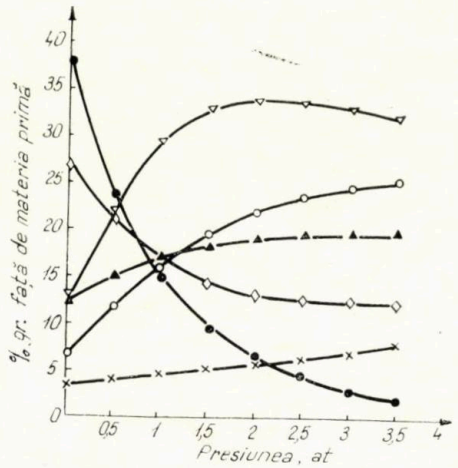


Fig. 3. Cocsarea păcurei sulfuroase la temperatura de 440°C şi diferite presiuni:
▽ – fracţiunea 205–340°C; ○ – benzină (C_5–205°C); ▲ – cocs; ◇ – fracţiunea 340–450°C; × – gaze (H_2,C_1–C_4); ● – reziduu > 450°C.

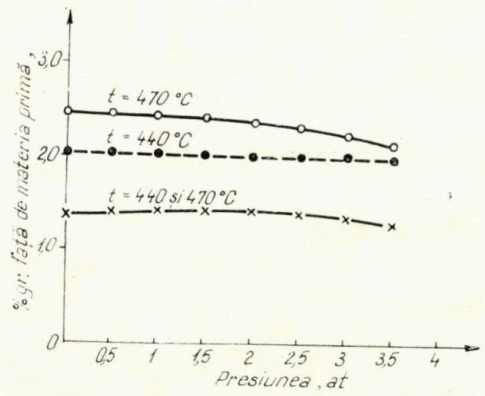


Fig. 4. Dependenţa conţinutului de sulf în fracţiuni, în funcţie de presiunea de lucru şi de temperatură;
○ –; ● – fracţiunile 340–450°C; × – fracţiunile 205–330°C.

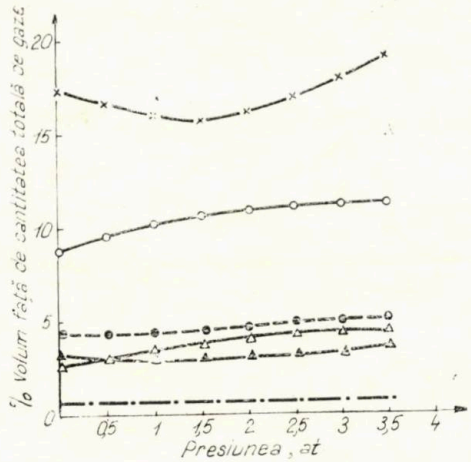


Fig. 5. Cocsarea păcurei sulfuroase la temperatura de 470°C şi la diferite presiuni:
× – etan; ○ – propan; ● – propenă; ▲ – butene; △ – n-butan; –.– i-butan.

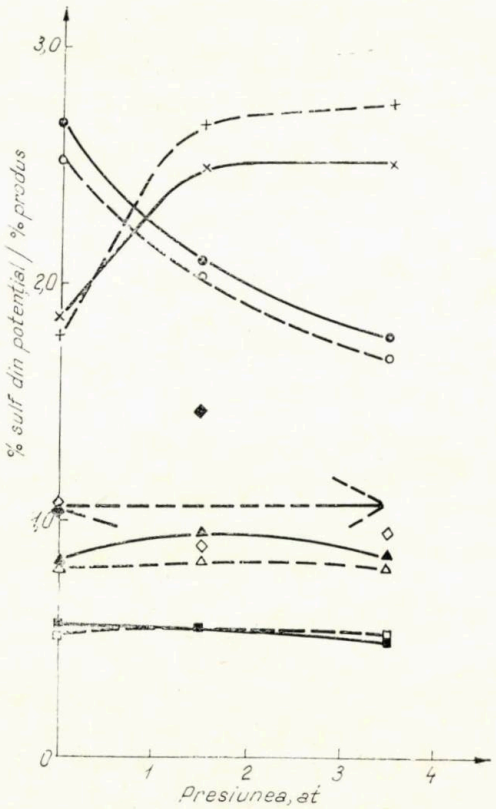


Fig. 6. Variaţia cu presiunea a selectivităţii desulfurării prin cocsare:
● gaze, 470°C; ○ – gaze, 440°C; ■ – fracţiune 200–340°C, 470°C □ – fracţiunea 440°C; ▲ – fracţiunea 340°C–450°C, 470°C; △ – fracţiunea 440°C; ◆ – fracţiune peste 450°C, 470°C; ◇ fracţiunea 440°C- × – cocs 470°C; + – cocs 440°C.

TABELA 3

Distribuția produselor și a conținutului de sulf în acestea, la cocsarea păcurii cu 2,51 % sulf în diferite condiții T = 470°

Randamente și conținut sulf	Gaze	Benzină	Fracțiunea 205–340°C	Fracțiunea 340–450°C	Reziduu 450°C	Cocs
% la cocsare la 0 atm, fără reciclu	3,2	6,5	14,9	26,2	36,6	12,4
sulf, %	6,7	0,27	1,37	2,05	2,58	4,6
% la cocsare la 1,5 atm. fără reciclu	5,6	23,4	32,4	13,9	6,6	18,1
sulf, %	5,3	0,26	1,39	2,39	3,74	6,3
% la cocsare la 3,5 atm., fără reciclu	10,8	23,2	31,9	11,5	2,8	20,2
sulf, %	4,45	0,18	1,21	2,17	2,7	6,3
% la cocsare, la 0,5 atm, 0,7/1 reciclu	10,0	18,1	20,0	20,7	3,0	28,2
sulf, %	5,3	0,20	1,32	2,33	2,98	4,4

TABELA 4

Repartizarea sulfului în produse (în % față de sulful din materia primă) T = 470°C

	0 atm. reciclu	1,5 atm. reciclu	3,5 atm. reciclu	0,5 atm. reciclu 0,7/1
Gaze	8,60	11,70	19,30	22,00
Benzina	0,68	2,40	1,68	1,48
Fracțiunea 205–340°C	8,20	17,60	15,30	10,80
Fracțiunea 340–450°C	21,60	13,20	10,00	11,60
Reziduu 450°C	38,00	9,70	3,00	3,65
Cocs	22,90	45,30	50,70	50,47
Total :	99,98	99,90	99,98	100,00

TABELA 5

Operația de cocsare permite înlăturarea sulfului prin gaze, reziduu și cocs

$$\left(\frac{\%\ \text{sulf din potențialul materiei prime}}{\%\ \text{produs}}\right)$$

T = 470°C

	0 atm. reciclu	1,5 atm reciclu	3,5 atm reciclu	0,5 atm. reciclu 0,7/1
Gaze	2,68	2,09	1,78	2,20
Benzina	0,105	0,103	0,072	0,082
Fracțiunea 205–340°C	0,550	0,554	0,49	0,504
Fracțiunea 340–450°C	0,825	0,950	0,870	0,560
Reziduu 450°C	1,040	1,470	1,070	1,210
Cocs	1,85	2,50	2,51	1,790

Rezultatele experimentale se dau în tabelele 3, 4 și 5 pentru cocsarea la 470°C și, respectiv, în tabelele 6, 7 și 8 pentru cocsarea la 440°C.

Din tabelele 3, 4 și 5 rezultă că, în scopul unei cît mai bune înlăturări a sulfului din distilatele medii, este avantajoasă cocsarea fără reciclu, în condiții de presiune ridicată. Aceasta duce la o mai netă departajare a sulfului între gaze și cocs, pe de o parte, și fracțiunile medii, pe de altă parte.

Totuși cocsarea în aceste condiții are inconvenientul unor randamente mai mici de distilate medii și a unor conținuturi de sulf în motorine de peste 1%.

S-a încercat o îmbunătățire a efectului de desulfurare, cocsînd cu rații de reciclu 0,7/1 și 0,5 atm, pentru care se dau datele comparative în tabelele 2–4.

Din tabela 4 se observă că în aceste condiții se obține o distribuție mai avantajoasă a sulfului în gaze și în reziduu, în condițiile menținerii unei proporții mari de sulf în cocs; în acest caz, circa 76% din sulful inițial din materia primă iese din proces prin gaze, prin reziduu și prin cocs și numai 22,5%, prin fracțiunea 200–450°C, care reprezintă 40% față de materia primă (conținut mediu de sulf de 1,82%).

Tabelele similare pentru cocsarea la 440°C arată, de asemenea, aceleași tendințe de variație, cu deosebire că la operația cu reciclu, în

TABELA 6

Distribuția produselor și a conținutului de sulf în acestea, la cocsarea păcurii cu 2,51 % sulf în diferite condiții T = 440°C

	Gaze	Benzină	Fracțiunea 205–340°C	Fracțiunea 340–450°C	Reziduu 450°C	Cocs
% la cocsare la 0 atm, fără reciclu	3,4	6,8	12,1	27,1	38,4	12,2
sulf, %	6,35	0,2	1,3	2,05	2,67	4,5
% la cocsare la 1,5 atm, fără reciclu	5,2	19,6	32,7	14,6	9,8	18,1
sulf, %	5,1	0,24	1,40	2,08	2,24	6,7
% la cocsare la 3,5 atm, fără reciclu	7,8	25,4	32,1	12,5	2,2	20,2
sulf, %	4,2	0,22	1,27	1,98	2,42	6,8
% la cocsare la 0,5 atm, cu 0,7/1 reciclu	7,2	19,5	20,0	24,5	5,5	23,5
sulf, %	5,7	0,21	1,30	2,04	3,23	4,8

TABELA 7

Repartizarea sulfului în produse (în % față de sulful din materia primă) T = 440°C

	0 atm reciclu	1,5 atm reciclu	3,5 atm reciclu	0,5 atm reciclu 0,7/1
Gaze	8,58	10,6	13,2	16,0
Benzină	0,52	1,9	2,2	1,6
Fracțiunea 205—340°C	6,25	18,2	16,5	10,4
Fracțiunea 340—450°C	22,10	12,1	10,0	20,0
Reziduu 450°C	40,75	8,7	2,1	7,0
Cocs	21,80	48,5	56,0	45,0
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

TABELA 8

Operația de cocsare permite înlăturarea sulfului prin gaze, reziduu și cocs

$$\left(\frac{\%\ \text{sulf din potențialul materiei prime}}{\%\ \text{produs}}\right)$$

T = 440 °C

	0 atm reciclu	1,5 atm reciclu	3,5 atm reciclu	0,5 atm reciclu 0,7/1
Gaze	2,52	2,04	1,70	2,29
Benzină	0,077	0,097	0,086	0,082
Fracțiunea 205—340°C	0,515	0,555	0,513	0,425
Fracțiunea 340—450°C	0,815	0,828	0,800	0,815
Reziduu 450°C	1,06	0,89	0,955	1,27
Cocs	1,79	2,68	2,77	1,92

fracțiunea 200—450°C iese 30% din sulful inițial, această fracțiune reprezentînd însă 44,5% față de materia primă, cu un conținut mediu de sulf pe întreaga fracțiune 200—450°C de 1,71%. Aceasta reprezintă un grad de desulfurare de :

$$\frac{2{,}51-1{,}71}{2{,}51}\cdot 100 = 32\,\%.$$

Performanța aceasta ar putea să pară slabă, dar în condițiile în care prelucrarea reziduului trebuie să asigure concomitent și combustibili pentru motoare și combustibili de focare, utilizarea cocsării ca mijloc de desulfurare rezultă a fi avantajoasă.

Trebuie să se țină seamă de faptul că din procesul de cocsare se obțin gaze cu componenți prețioși pentru prelucrarea petrochimică directă sau după piroliză, precum și benzine care în mod uzual se supun reformării catalitice după o prealabilă hidrofinare.

Cocsul rezultat din proces conține 4—5% sulf și deci utilizarea lui este condiționată de adaptarea unor procedee convenabile de desulfurare a sa.

În cazul în care se dispune și de cocs cu conținut redus de sulf (0,3—1%), obținut din materii prime cu circa 0,5 sulf, atunci se poate utiliza cocsul din materiile prime sulfuroase în amestec cu cocsul din păcura nesulfuroasă.

În sfîrșit, o ultimă posibilitate de integrare rațională a cocsării, în scopul desulfurării combustibililor de focare, în schema unei rafinării este utilizarea cocsării reziduurilor sulfuroase la fabricarea de combustibili, prin amestecarea fracțiunii de 200—450°C, rezultată din cocsare (cu un conținut mediu de sulf de 1,7—1,8%) cu păcură de distilație în vid nesulfuroasă (conținut de sulf 0,5%), dar cu viscozitate mare (de 80—100°E/50°C).

În acest fel, știut fiind că fracțiunile 200—450°C de cocsare prezintă viscozități de ordinul a 1,5°E/50°C și că un combustibil acceptabil de focare trebuie să aibă o viscozitate de 10°E/50°C, rezultă că pentru o tonă de combustibil de focare sînt necesare circa 0,7 t păcură nesulfuroasă cu 100°E/50°C și 0,3 t motorine de cocsare, fracțiunea 200—450°C. În acest caz, ar rezulta un combustibil de focare cu 10°E/50°C și un conținut de sulf de circa 0,9% sulf.

Remarcăm faptul că același combustibil s-ar obține prin reducerea viscozității păcurii nesulfuroase, utilizînd în acest scop circa 1,1—1,2 t materie primă inițială, considerînd că la reducerea de viscozitate randamentul în fracțiunea de peste 200°C este de 80% pînă la 90%.

Avantajul este și mai evident atunci cînd trebuie fabricați combustibili de focare cu stabilitate 1 (ASTM D 1661/64), deoarece în aceste situații nu se pot depăși la reducere de viscozitate conversii de 5—6% (gaze + benzină), în care caz nu se pot obține direct combustibili cu 10°E/50°C din păcura de 80—100°E/50°C, ci numai prin amestec cu componenți cu viscozitate redusă. Dar prin amestecarea fracțiunii 200—450°C de la cocsare cu păcura nesulfuroasă de 100°E/50°C rezultă direct combustibili cu 10°E/50°C și stabilitate 1. În acest fel, prin cocsarea reziduurilor sulfuroase și prin amestecarea fracțiunii 200—450°C de la cocsare cu păcura nesulfuroasă, se poate înlătura necesitatea de reducere a viscozității, asigurînd totodată și un efect de desulfurare și de fabricare a unor combustibili de focare cu fluiditate bună și cu stabilitate termică excelentă.

În ceea ce privește costul acestei operații, se poate estima că nu este posibil ca costul cocsării, din care eventual se scade costul reducerii de viscozitate, să depășească costul hidrogenării, toate raportate la o tonă de combustibil final, știut fiind că o tratare cu hidrogen, chiar la un grad de desulfurare de 30%, se ridică la circa 300 dolari/t alimentare, zi (la o desulfurare avansată de circa 80—90% ajunge la 1000 dolari/tonă [5]), în timp ce costul cocsării/tonă alimentare, zi poate ajunge la 20 dolari [6], sau

considerînd randamentul de fracțiune 200÷450°C de 40%, rezultă un cost de $\frac{20}{0,4} = 50$ dolari/t (de fracțiune 200÷450°C) și zi, valoare ce se diminuează dacă se folosește motorina de cocsare ca diluent al păcurilor nesulfuroase cu viscozitate mare, eliminîndu-se astfel reducerea de viscozitate.

Concluzii

1. Natura procesului de cocsare favorizează înlăturarea compușilor cu sulf din materia primă prin gaze, prin reziduu de peste 450°C și prin cocs. Realizînd procesul de cocsare cu o materie primă cu 2—3% sulf, la presiuni reduse și cu rații de recirculare de 0,7/1, se pot obține grade de desulfurare de 30% și randamente convenabile de fracțiune 200—450°C, care are viscozitate redusă (1,5°E/50°C) și conținuturi de sulf moderate.

2. Utilizarea fracțiunii 200—450°C ca diluent al unor păcuri nesulfuroase cu viscozitate mare (80÷100°E/50°C) permite fabricarea de combustibili de focare cu bună fluiditate, cu stabilitate termică foarte bună și cu conținuturi de sulf de 1%. Totodată, fracțiunea 200—450°C din cocsare poate fi folosită în orice alt amestec drept component de combustibil de focare.

3. Gazele de cocsare și benzina pot fi folosite uzual în fabricațiile cunoscute. Cocsul necesită ori o desulfurare, sau se poate folosi în amestec cu cocsuri cu conținut redus de sulf.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * O. G. International, 1969, p. 128.
2. * * * O. G. J. 22 mai 1967, p. 72.
3. W. C. Uhl, World Petroleum, feb. 1969, p. 48.
4. W. L. Nelson, O. G. J., aug. 21, 1967, p. 101.
5. M. D. Abbott, R. C. Archibold, O. G. J. 19 mai, 1968, p. 152.
6. C. B. Scott, Chem. and Ind., 1967, p. 1124.

RECENZII

JEAN COSTES: **Utilaje folosite la extracția și la prepararea substanțelor minerale.** Editeur Eyrolles, Paris 1969 (Materiels d'extraction et de preparation des mineraux) (Traducere din limba franceză)

S-a remarcat că în ultimii ani în toate țările a luat o mare dezvoltare construirea de importante obiective civile, industriale, uzine, combinate, orașe, căi ferate etc.

De asemenea, un mare număr de industrii (siderurgică, metalurgică, îngrășăminte chimice etc.), necesită pentru realizarea fluxului tehnologic importante cantități de substanțe minerale utile.

Realizarea tuturor acestor lucrări a necesitat și necesită continuu cantități considerabile de materiale de construcție și ciment, var, nisip etc. Pentru obținerea acestor materiale s-a constatat că este necesară cercetarea și darea în producție de noi zăcăminte de roci utile, de natură eruptivă (granite, bazalte, porfire), sedimentară (gresii, argile, marne, calcare) sau metamorfică (șisturi, gacuisuri).

Astfel, pentru satisfacerea și pentru obținerea acestor materiale în cantitățile și în ritmul cerut, instalațiile și utilajele folosite în extracție au trebuit să fie puternic mecanizate și în bună parte automatizate.

În lucrarea prezentată, autorul face o sinteză a utilajelor și a instalațiilor proiectate, în funcție de caracteristicile și de importanța zăcămîntului, de capacitatea producției care trebuie realizată și de destinația produselor rezultate.

În prezent, utilajele și instalațiile folosite sînt în continuă evoluție tehnică, prin realizarea de noi și variate tipuri, menite să rezolve cît mai satisfăcător problemele dificile pe care le pun adesea unele zăcăminte și instalații folosite la prepararea unor substanțe.

Autorul cărții a reușit să prezinte sub o formă concisă vastul material științific existent în acest domeniu, ilustrat cu exemplificări și fotografii deosebit de grăitoare.

În lucrarea sa J. Costes a reușit să sintetizeze atît materialele acumulate prin cercetările complexe ale specialiștilor de pretutindeni, cît și a studiilor efectuate de el însuși decursul mai multor ani de cercetare, la care s-a adăugat și un bogat material bibliografic de dată recentă.

Cartea „Utilaje folosite la extracția și prepararea substanțelor minerale" este destinată masei mari de ingineri, petroliști și geofizicieni, geologilor și tuturor specialiștilor care lucrează în domeniul foraj, extracție, prelucrare, precum și în alte domenii înrudite.

Lucrarea se compune din două părți distincte și 17 capitole.

Prima parte, care este alcătuită din cinci capitole, cuprinde probleme generale în legătură cu construirea unei cariere, condițiile de rentabilitate, extracția în carierele de balast, nisip, pietriș și manipularea materialului extras.

Partea a doua se ocupă cu prezentarea și cu folosirea utilajelor din instalațiile de preparare a substanțelor minerale și cu probleme privind controlul instalațiilor, comercializarea produselor, securitatea și igiena muncii. În cele 12 capitole care alcătuiesc partea a doua sînt analizate următorele probleme : fazele preparării substanțelor minerale, alimentarea utilajelor de sfărîmare, linii primare de prelucrare, laborator de control, instalații mobile, semimobile și mixte de preparare, de întreținere și de reparații de utilaje.

În această lucrare, autorul a căutat și a reușit să prezinte o sinteză a tehnicii actuale, chiar dacă unele din utilajele descrise sînt încă în faza experimentală.

Un rol important în cadrul lucrării l-a jucat legarea teoriei de practică.

Pe baza datelor cunoscute, se propun o serie de soluții și de ipoteze noi, care să fundamenteze direcțiile de cercetare sub aspect teoretic și aplicativ.

În concluzie, se poate afirma că lucrarea scrisă de J. Costes este o carte de înaltă valoare științifică și tehnică, de mare utilitate tuturor celor ce doresc să se familiarizeze și să aprofundeze această problemă.

Determinarea spectrofotometrică a vanadiului şi a fierului din unele motorine româneşti

Ana Şerbănescu, C. Constantinescu
şi V. Lerner

În general, cantitatea de materie anorganică prezentă în ţiţeiuri şi în derivatele sale este mică în comparaţie cu cea prezentă în combustibilii solizi şi de aceea ea a fost mult timp ignorată. În ultimele 2—3 decenii însă, reziduul mineral al ţiţeiului şi al derivatelor sale, precum şi componenţii acestuia au preocupat tehnica şi ştiinţa în unele scopuri importante. De exemplu, cenuşa de ţiţei prezintă interes fie din punctul de vedere al vreunui element, care poate fi obţinut pe scară comercială, fie datorită acţiunii dăunătoare a conţinutului componenţilor anorganici care, prin acumulare din materia primă petrolieră, otrăvesc catalizatorii de cracare şi de reformare, fie în industria fabricării sticlei, unde se produc defecte serioase prin ocluziunea vanadiului — provenit din combustibilul petrolier folosit — în sticla topită, fie prin coroziunea care se produce în instalaţii, în turbine cu gaz şi în focare, datorită conţinutului în V, Cu, Ni etc. al ţiţeiurilor, fie prin impurificarea cocsurilor destinate electrozilor unor industrii electrochimice etc. [1—9].

De asemenea, componenţii anorganici ai ţiţeiurilor se studiază şi pentru semnificaţia geologică a acestora [10—14].

Cunoaşterea cantităţii şi a compoziţiei reziduului mineral al unui ţiţei sau a unei fracţiuni a acestuia este importantă pentru a stabili procedeele economice de rafinare şi de utilizare a produselor petroliere.

În timpul prelucrării ţiţeiurilor, materialul anorganic devine concentrat sau diferit distribuit în unele fracţiuni, cum ar fi, de exemplu, în motorine, care se folosesc adesea în cracarea catalitică, pentru obţinerea unor benzine de calitate superioară.

Deşi cenuşile de ţiţei conţin o largă varietate de elemente anorganice, cele mai des întîlnite sînt : V, Ni, Fe, Cu, Na şi Co, care datorită acestui fapt prezintă şi cel mai mare interes. Prin existenţa microcantităţilor şi a diversităţii elementelor ce pot fi prezente, analizele chimice cantitative ale probelor de cenuşă se dovedesc, în cele mai multe cazuri, grele şi anevoioase.

Ţinînd seama de cantitatea limitată de cenuşă obţinută din probele de ţiţei şi din produsele acestuia supuse analizei, trebuie folosite metode spectrofotometrice, care în general sînt simple, sensibile, exacte şi rapide şi dau posibilitatea determinării directe şi independente a elementului chimic cercetat în prezenţa altor elemente.

Articolul îşi propune să prezinte rezultatele obţinute asupra conţinutului de V şi de Fe, prin cercetarea reziduului mineral a şase motorine primite de la două rafinării din ţara noastră, folosind metode spectrofotometrice.

1. Partea experimentală

S-au cercetat cantităţile, în urme, de V şi Fe din fracţiunile : 175—318°C, 284—480°C, 236—450°C, 276—421°C, obţinute din instalaţiile de la cele două rafinării.

Analizele de metale implicînd combustia ţiţeiului sau a produsului petrolier pot da rezultate mici din cauza antrenării prin volatilizarea unor compuşi metalici [15]. Pentru evitarea pierderilor prin volatilizare s-a folosit tehnica cenuşării total sulfatate.

S-au amestecat bine 100 g de motorină cu 50 ml acid sulfuric concentrat într-un creuzet sau într-o capsulă (Jena) şi excesul de acid a fost îndepărtat prin încălzire moderată continuă, cu agitare intermitentă. Apoi s-a încălzit progresiv pînă la cocsare. Calcinarea s-a executat la 550°C pînă s-a obţinut reziduul mineral la greutatea constantă [15], calculîndu-se în final procentul de cenuşă al motorinelor cercetate.

Probele de cenuşi, în greutate de 0,05—0,06 g, s-au dezagregat pe cale umedă, cu amestec de acizi concentraţi.

a) *Vanadiul*

Conţinutul de vanadiu s-a determinat prin metoda formării acidului complex vanado-fosfo-wolframic, de culoare galbenă, după cum s-a arătat în alte lucrări [4, 16, 17], folosind spectrofotometrul C. Zeiss-Jena V.S.U.-1.

Graficul de etalonare s-a executat urmărind variaţia extincţiei în funcţie de concentraţia vanadiului în probe-etalon cu conţinut de vanadiu de la 25γ la 450γ, pentru care se verifică legea Lambert-Beer.

Dezagregarea probelor din reziduul mineral al motorinelor s-a făcut cu amestec de acizi concentraţi, acid sulfuric şi azotic, după tehnica indicată în lucrări anterioare [4, 16—18].

Atît probele-etalon, precum și probele de cenuși au fost trecute prin aceleași faze în cursul analizei și s-au spectrofotometrat la $\lambda = 400 m\mu$, în cuve cu grosimea de strat de 2 cm, folosind baloane cotate de 50 ml. În cuva de comparație s-a folosit apă distilată.

Lungimea de undă, $\lambda = 400$ mμ, s-a stabilit prin studierea spectrului reactivului (al acidului fosfo-wolframic) și al complexului colorat (acidul vanado-fosfo-wolframic), executat pentru o concentrație a vanadiului de 250 γ/50 ml volum final și folosind cuve cu $l = 1$ cm.

b) *Fierul*

Conținutul de fier al motorinelor cercetate s-a determinat prin metoda formării complexului Fe (II)-α-α′-dipiridil, de culoare roz, folosind tehnica descrisă în lucrări anterioare [16, 19]. Fotometrările s-au executat cu spectrofotometrul C. Zeiss — Jena V.S.U. — 1.

Graficul de etalonare s-a construit determinînd extincțiile la $\lambda = 520$ mμ ale unei serii de probe-etalon cu conținut de Fe (II) de la 5 la 120γ Fe/50 ml volum final de soluție, pentru care legea Lambert-Beer se verifică. S-au folosit cuve cu $l = 2$ cm, iar ca mediu de comparație — apa.

Pentru dezagregare, probele de cenuși ale motorinelor, în greutate de 50—60 mg, după umectare, s-au tratat cu 10 ml HCl concentrat p.a. și s-au evaporat la sec. Reziduul s-a reluat cu 10 ml amestec Lunge, încălzindu-se din nou pînă la sec. S-a tratat apoi iarăși cu 10 ml HCl concentrat și s-a adus a treia oară la sec. În fiecare pahar, peste reziduu, s-au adăugat 4 ml HCl concentrat și 20 ml apă și s-a fiert puțin. Totul s-a trecut cantitativ în baloane cotate de cîte 100 ml, filtrîndu-se.

Pentru fotometrare s-au pregătit alte probe, folosindu-se 1—3 ml soluție, din baloanele de cîte 100 ml ale probelor dezagregate, care s-au adus de acestă dată în baloane de cîte 50 ml. Fierul s-a redus cu 10 ml clorhidrat de hidroxilamină 10%, apoi s-a stabilit *p*H-ul la 3,5, folosind soluție tampon de acetat de sodiu 1N [16]. Complexul s-a format adăugînd 6 ml α-α′-dipiridil 0,1% în apă.

Atît probele etalon, cît și probele de cenușă s-au trecut prin aceleași faze ale analizei, înainte de fotometrare.

2. Rezultate și discuții

Dezagregarea pe cale umedă cu amestec de acizi concentrați s-a folosit pentru a se evita pierderile prin volatilizare, care se produc la dezagregarea cu carbonat de sodiu și cu azotat de potasiu (800—900°C) [20].

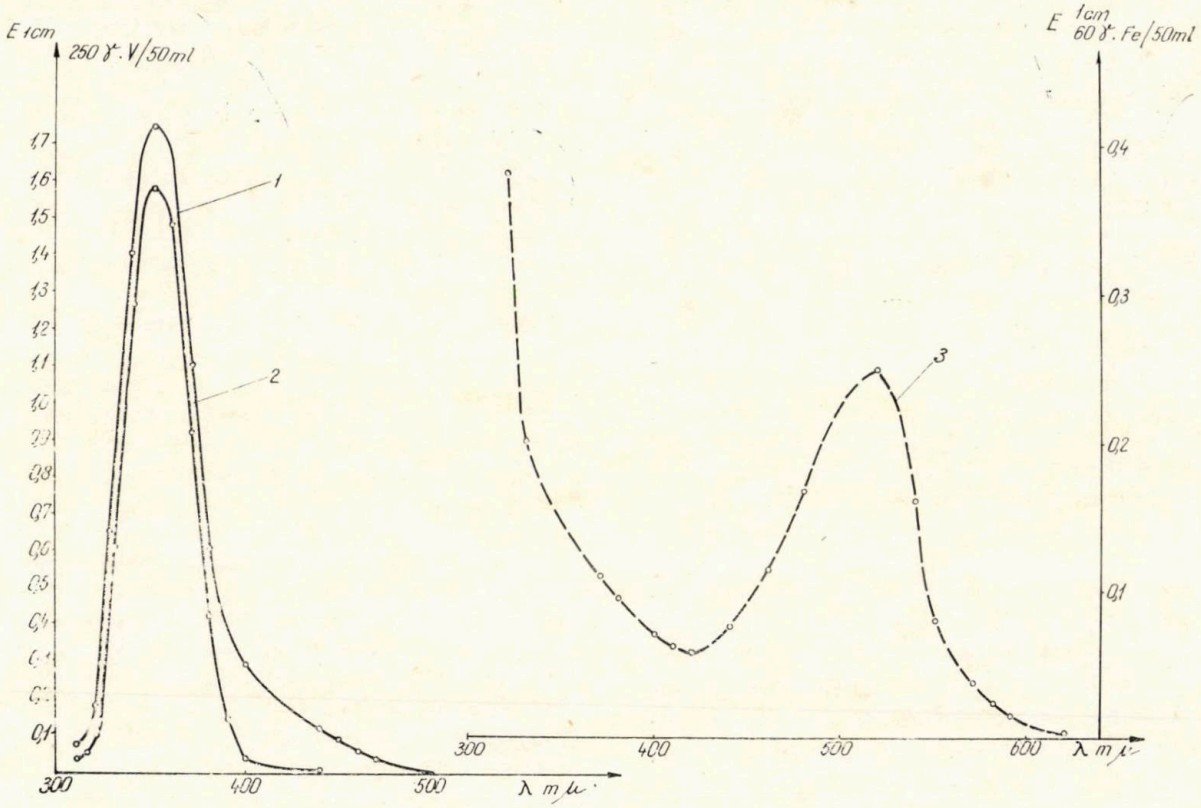


Fig. 1. Spectrele de absorbție electronică ale complecșilor acid vanado-fosfo-wolframic și Fe(II) — α, α′-dipiridil:

1 — spectrul de absorbție electronică a complexului acid vanado-fosfo-wolframic $V_2O_5P_2O_5 \cdot 22\ WO_3 n\ H_2O$; 250 γ V/50 ml; $l = 1$ cm; față de apă; $\lambda\ max = 350$ mμ. Extincția cea mai mare față de reactiv este la $\lambda = 400$mμ; *2* — spectrul de absorbție electronică a reactivului acid fosfowolframic; *3* — spectrul de absorbție electronică a complexului Fe(II)-α, α′-dipiridil $[Fe\ II\ dip._3]^{2+}$; 50 γ Fe/50 ml; $l = 1$ cm față de apă; $\lambda max = 520$ mμ.

Trecerea totală în soluție, în special a vanadiului, precum și a fierului, cu amestec de acizi, s-a verificat pe cale spectrografică [20].

Metoda fosfo-wolframatului și metoda cu α-α′-dipiridil, folosite spectrofotometric, pentru determinarea V și Fe din motorine, au fost alese ca oferind cele mai bune posibilități; ele sînt destul de sensibile pentru a fi întrebuințate pe probe foarte mici și cu un conținut foarte mic de V și Fe și sînt supuse la un minimum de interferențe din partea altor componenți ai cenușilor de țiței. Limita de sensibilitate a metodelor este de pînă la 10^{-5}% Fe și 10^{-7}% V.

Aceste metode au fost verificate cu exactitate prin metode chimice și polarografice în lucrări anterioare [4, 16, 17, 18, 19], pe probe de cenuși mai mari, obținute din țițeiuri brute, românești și pe probe sintetice.

Pentru a mări sensibilitatea acestor metode s-au determinat și s-au studiat mai întîi spectrele de absorbție electronică ale reactivilor: acidul fosfowolframic și α-α′-dipiridil și ale produselor de reacție ale acestora cu V, respectiv cu Fe, pentru stabilirea cît mai exactă a lungimii de undă la care să se fotometreze probele de analizat.

Spectrele determinate sînt reprezentate în figura 1. Înaintea acestor determinări, spectrofotometrul C. Zeiss-Jena V.S.U.-1 a fost verificat după Mellon (p. 261) cu soluție alcalină de K_2CrO_4 (40γ/ml) și a dat rezultate exacte.

Din studiul spectrelor din figura 1 se constată că acidul fosfo-wolframic are o absorbție minimă la lungimea de undă $\lambda = 400$ mμ, la care complexul respectiv cu V, de compoziție: $V_2O_5 \cdot P_2O_5 \cdot 22\ WO_3.26\ H_2O$, are o absorbție maximă față de reactiv [21]. De aceea în determinările vanadiului din probele de motorină s-au folosit extincțiile corespunzătoare acestei lungimi de undă.

În cazul spectrului complexului Fe(II)-α,α′-dipiridil, adică $[Fe^{II} - dip._3]^{2+}$, din figura 1, se constată că prezintă un maximum de absorbție situat la $\lambda = 520$ mμ, iar reactivul α,α′-dipiridil nu absoarbe în domeniul 320—610 mμ. Pentru determinarea fierului s-au folosit extincțiile corespunzătoare lungimii de undă $\lambda = 520$ mμ.

În tabela 1 sau trecut cele șase motorine studiate cu caracteristicile lor principale, adică fracțiunile corespunzătoare cu densitățile și cu viscozitățile lor; apoi s-au trecut rezultatele determinărilor asupra reziduului mineral și asupra conținutului de V și Fe din aceste motorine. Din determinările executate s-a putut stabili că reziduul mineral al motorinelor este foarte mic, variind între 0,003 și 0,008%.

Din tabelă se observă că vanadiul este conținut în reziduul mineral al motorinelor de la 0,029 la 0,055%, iar în fracțiunile petroliere ca atare de la $0{,}86.10^{-6}$ la $3{,}6.10^{-6}$%V.

Conținutul de fier variază în reziduul mineral de la 0,81 la 2,65% iar în motorinele cercetate de la $2{,}5.10^{-5}$ la $19{,}8.10^{-5}$% Fe. Conținutul de fier este, în general, de 10 ori mai mare decît cel de vanadiu.

Determinările s-au executat pe mai multe probe paralele din reziduul mineral al motorinelor, iar diferența față de media determinărilor, la sută, variază pentru vanadiu de la 0,77 la 2,13%, iar pentru fier, de la 0 la 1,92%.

Ținînd seama de indicațiile din literatura de specialitate [7,17], care arată că limitele maxime admise în conținutul de metale, în produsele petroliere folosite drept materii prime pentru cracarea catalitică, sînt de 0,4 p.p.m.V și de 1 p.p.m.Fe, s-a stabilit pe baza studiului efectuat că V și Fe în fracțiunile cercetate sînt în limitele admise, în general nedăunătoare în prelucrarea tehnologică a acestora. Fac excepție: motorina II grea, instalațiile cocsare-Brazi, și motorina grea, instalație D.A.V. Brazi în care conținutul de Fe este respectiv de 1,98 p.p.m. și de 1,28 p.p.m., depășind astfel limita admisă pentru motorine de 1 p.p.m.

Se poate face o comparație între conținutul de V și Fe din motorinele cercetate și conținutul acestor metale dintr-o serie de țițeiuri, păcuri și cocsuri românești cercetate anterior.

În motorinele cercetate, conținutul de V variază de la 0,0086 la 0,038 p.p.m., în țițeiuri variază de la 0,18 la 4,70 p.p.m; în păcuri de la 2,08 la 6,70 p.p.m, iar în cocsuri de la 4,72 la 38,58 p.p.m.

Conținutul de Fe în motorinele cercetate variază de la 0.25 la 1,98 p.p.m, în țițeiuri variază de la 4,27 la 60,8 p.p.m, în păcuri de la 48 la 78 p.p.m, iar în cocsuri de la 478 la 649 p.p.m.

Din comparația făcută rezultă că metalele se concentrează în produsele mai grele de petrol (păcuri, cocsuri). Vanadiul se concentrează de circa trei ori mai mult în păcuri și de 16 ori în cocsuri, iar fierul de circa trei ori mai mult în păcuri și de 23 ori mai mult în cocsuri decît în țițeiuri.

Natura compușilor cu metalele aflate în țițeiurile brute a fost cercetată prima dată de T r e i b s [22], apoi de numeroși alți cercetători [8, 23, 24]. S-a stabilit că cea mai mare parte a conținutului de metale din țițeiuri se află sub formă de complecși cu porfirinele. Unii dintre aceștia sînt de mare stabilitate și volatilitate, putînd astfel să treacă în distilatele de petrol pe care le impurifică mai mult sau mai puțin. Impurificarea este cu atît mai accentuată, cu cît conținutul de metale al țițeiului brut este mai bogat, cu cît punctul de fierbere al distilatului este mai ridicat și cu cît procentul de distilat este mai mare.

Determinarea spectrofotometrică a conținutului de vanadiu și de fier din unele motorine românești TABELA 1

Nr. probei	Denumirea probei	Caracteristici	Reziduul mineral, %	Vanadiul			Fierul		
				în reziduu, %	în motorină, p.p.m.	Diferența față de medie, %	În reziduu, %	în motorină, p.p.m.	diferența față de medie, %
I	Motorină ușoară de la instalația de cocsare	$d_{15°C}$ = 0,830 viscozitate = = 1,62°E/20°C fracțiunea : 175—318°C foarte fluidă ; culoare brun-negricioasă	0,003	0,0288 0,0288	0,0086	1,41	0,825 0,810	0,25	0,86
II	Motorină grea de la instalația de cocsare	$d_{15°C}$ = 0,938 ; viscozitate = = 4,38°E/50°C fracțiunea : 284—480°C, groasă, culoare brun-negricioasă	0,075	0,048 0,047	0,036	1,06	2,65 2,60	1,98	0,95
III	Motorină grea de la instalația D.A.V.	$d_{15°C}$ = 0,890 ; viscozitate = = 1,55°E/50°C fracțiunea : 236—450°C (50% la 397°C ; 89% la 450°C) fluidă ; culoare brun-neagră	0,008	0,046 0,048	0,038	2,13	1,60 1,53	1,28	1,92
IV	Distilat de vacuum	$d_{15°C}$ = 0,905 ; viscozitate = = 2,6°E fracțiunea : 276—421°C (50% la 403° ; 71% la 421°C) foarte fluidă ; culoare slab-gălbuie	0,003	0,0524 0,0528	0,016	0,77	1,33 1,33	0,40	0,00
V	Motorină de la instalația D.A.V.	Fluidă ; culoare brun-vînătă	0,004	0,055 0,054	0,022	0,91	2,10 2,07	0,84	0,95
VI	Motorină de vacuum	Foarte vîscoasă ; Culoare tabac.	0,006	0,036 0,035	0,0216	1,41	0,97 1,00	0,60	1,52

Se poate explica astfel, conținutul mai mare de fier și chiar de vanadiu (tabela 1) din cele două motorine indicate și anume prin punctul final al fracțiunii mai ridicat 284—480°C, respectiv 236—450°C, și prin procentul mai mare de distilat, față de celelalte motorine cercetate.

Este important de relevat faptul că țițeiurile românești au un conținut relativ scăzut de metale în comparație cu multe țițeiuri străine ca, de exemplu, cele americane, cele sovietice și cele iraniene vechi din Paleozoic. În special conținutul de vanadiu al acestora este foarte ridicat, pînă la 30% și mai mult.

Din această cauză a fost mult studiată [8,22—25] natura compușilor de vanadiu din petrolul brut, punîndu-se în evidență două clase generale de compuși porfirinici cu vanadiul. Unul dintre aceste tipuri de compuși are greutatea moleculară mai mică, iar stabilitatea și volatilitatea sînt mari, putînd trece astfel cu ușurință în distilatele de petrol, impurificîndu-le.

Bibliografie

1. Dodd, C. G., Moore, J. W. și Denekas, O.M. În : Ind. Eng. Chem. **44**, 1952, p. 2 585.
2. Dunning, N. H., Moore, J. W. și Denekas, O. M. În : Ind. Eng. Chem. **45**, 1953, p. 1 759.
3. Millner, I. O., Glass, R. J., Kirchner, P. J. și Jurik, N. A. În : Anal. Chem. **24**, nr. 11, 1952, p. 1 728.
4. Șerbănescu, A. În : Petrol și Gaze, **11**, nr. 9, 1960, p. 408.
5. Hiett, T. A. și Kobetz, P. În : Anal. Chem. **28**, 1956, p. 1 495.
6. Tarjan, D. și Lavralek, I. În : Nafta, **7**, 1956, p. 172.
7. Mills, G. A. : În : Ind. Eng. Chem. **42**, 1950, p. 182.
8. Dunning, N. H., Moore, Y. W. și Myers, T. A. În : Ind. Eng. Chem. **46**, nr. 9, 1954, p. 2 000.
9. Moore, Y. W. și Dunning, N. H. În : Ind. Eng. Chem. **47**, nr. 7, 1955, p. 1 440.
10. Katcenkov, M. S. În : Dokladî Akademii Nauk U.R.S.S., **47**, 1949, p. 503.
11. Katcenkov, M. S. Maliie himiceskie elementî v osadocinîh porodah i neftiah, Vipusk **143**, 1959 Leningrad, p. 229.
12. Guliaeva, L. În : Dokladî Akademii Nauk U.R.S.S. 48, nr. 1, 1945. 44.
13. Gregorowicz, Z. În : Nafta **X**, 1956, p. 273.
14. Dvali, F. M. În : Sovetskaia gheologhia, **6**, 1962.
15. Barney, Y. E. II și Haight, G. P. jr. În : Anal. Chem. **27**, 1955, p. 1 283.
16. Șerbănescu, A. și Fedin, T. În : Petrol și Gaze **20**, 1969, p. 47.
17. Șerbănescu, A., Doandeș, S., și Moțiu, C. În : Petrol și Gaze, **20**, nr. 4, 1969, p. 300.
18. Șerbănescu, A. În : Petrol și Gaze **14**, nr. 4, 1963, p. 194.
19. Șerbănescu, A. În : Petrol și Gaze **16**, nr. 3, 1965, p. 219.
20. Hopps, G. L. și Berk, A. A. În : Anal. Chem. **24**, 1952, p. 1 050.
21. Sandell, E. B. Colorimetric Determination of Traces of Metals Third Edition — Interscience Publishers Inc., New York.
22. Treibs, A. Ann. **517**, 1935 ; p. 172 ; **520**, 1935, p. 144 ; Angew. Chemie, **49**, 1956, p. 682.
23. Graennings, S. În : Anal. Chemie **25**, 1953, p. 938.
24. Skinner, D. A. În : Ind. Eng. Chem. **44**, 1952, p. 1159.
25. Woodle, R. A. și Chandler, W. B. În : Ind. Eng. Chem., **44**, 1952, p. 2 591.

Considerații asupra performanțelor noului indicator de eforturi în cablurile pentru foraj, de tipul cu deflecție, fabricat în România

Gh. Cioc

1. Generalități cu privire la stadiul și tendințele actuale de concepție și construcție a indicatoarelor de eforturi în cabluri

Stadiul și tendințele actuale în domeniul concepției și al construcției de aparate de măsurat eforturile din cablurile instalațiilor de foraj, sau din cablurile utilajelor de ridicat sau transportat, au permis să se întrevadă vizarea următoarelor obiective principale de progres tehnic :

— îmbunătățirea caracteristicilor metrologice, respectiv creșterea preciziei de măsură prin înlăturarea unora din sursele de erori și respectiv prin îmbunătățirea fidelității și a pragului de sensibilitate ;

— îmbunătățirea caracteristicilor constructive : dimensiuni, greutate, mod de redarea indicațiilor ;

— asigurarea rigurozității repetabilității indicațiilor în condiții diferite de măsură ;

— rezolvarea tehnologiei de montaj, conform premizei de a asigura montajul elementului sesizor al aparatului indiferent de starea de solicitarea cablului.

Ținînd cont de cele de mai sus, se poate aprecia că, din aceste puncte de vedere, indicatoarele de eforturi în cabluri de tipul cu deflecție construite, în prezent sînt incomode pentru redarea valorii sarcinii măsurate, deoarece indicațiile citite pe aparat trebuiesc convertite pe bază de tabele. De asemenea aparatele de acest tip nu se pot monta decît pe cabluri netensionate și nu pot fi utilizate decît pentru dimensiunea de cablu utilizt la etalonare.

În cele ce urmează se face o analiză a particularităților sistemului de deflecție de la indicatoarele de eforturi în cabluri de tip cu deflecție fabricate actualmente în R.S.R.

Se prezintă de asemenea un nou tip de indicator, care permite redarea valorii măsurate, fără tabela de convertire și cu caracteristici metrologice și tehnice îmbunătățite. Aparatul conceput se pretează unei tehnologii simple de montaj, atît pe cablurile tensionate, cît și pe cele netensionate.

Avantajele de mai sus, se consideră că, plasează acest aparat la nivelul tehnicii mondiale actuale.

a. — *Particularitățile soluției noi a sistemului de deflecție la indicatoarele de fabricație R.S.R.*

În Republica Socialistă România, se construiesc, în prezent două tipodimensiuni de indicatoare de eforturi în cabluri de tip cu deflecție, și anume :

1. Tipul AEC-10, destinat măsurării eforturilor din capătul mort al cablului de foraj, supus la o sarcină de 10 tf (15 tf).

2. Tipul AEC-18, destinat măsurării efortului din capătul mort al cablului de foraj, supus la o sarcină de 18 tf.

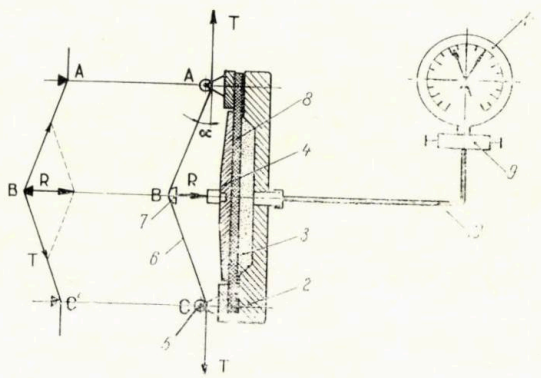


Fig. 1. Schema de principiu a măsurării forței din cabluri cu indicatoare de tipul cu deflecție :
1 — indicator ; *2* — corp transformator hidraulic ; *3* — lichid ; *4* — piston ; *5* — suport lateral ; *6* — cablu ; *7* — suport central ; *8* = — membrană ; *9* amortizor de pulsații : ; *10* — conductă ; *T* — tensiunea în cablu ; α — unghiul de deflecție ; *R* — rezultanta tensiunilor *T*.

Așa cum rezultă din figura 1, metoda de măsurare a forței din cablu, constă în deflecția locală a cablului, printr-un sistem de 2 role laterale și o rolă centrală, fixate pe un traductor dinamometric hidraulic.

Valoarea presiunii (p), corespunzătoare tensiunii (T) din cablu, care se realizează în traductorul dinamometric hidraulic, rezultă conform relație :

$$p = \frac{2T}{S} \operatorname{Sin} \alpha \ (\text{kgf/cm}^2)$$

în care :

— p este presiunea hidraulică, în kgf/cm² ;
— T tensiunea din cablu, în kgf ;
— S suprafața de lucru a membranei, în cm² ;
— α unghiul de deflecție, în grade.

Conform sistemului geometric de deflecție din figura 1, s-a considerat că punctul B rămîne

fix, valoarea rezultantei (R), variind numai cu tensiunea (T) din cablu, respectiv cu unghiul de deflecție (α).

Mărimile măsurate în acest scop se referă, atît la parametrul fizic propri-zis, urmărit a se măsura, cît și la factorii perturbatori care afectează măsurătoarea.

Parametrii principali măsurați, respectiv factorii perturbatori sînt enumerați în continuare:

— tensiunea din cablu (T) care reprezintă chiar mărimea căutată;

— unghiul α de defelcție al cablului;

— presiunea din transformatorul hidraulic;

— elasticitatea membranei (E) ca factor de caracterizarea membranei;

— temperatura lichidului din transformatorul hidraulic, ca factor de corecție;

— deformarea locală a cablului prin strivire;

— deformarea prin alungire a cablului;

— rigiditatea cablului;

— uzura cablului;

— frecările dintre cablu și rolele suporților laterali și cei centrali.

Eroarea de măsură totală este suma erorilor de măsură a parametrilor enumerați, pe baza cărora se face de fapt măsurătoarea. Ponderea cea mai mare o are eroarea de măsură a unghiului de deflecție (α), precum și factorii care conduc la variația unghiului (α).

În prezent, caracteristicile metrologice ale indicatoarelor de eforturi în cabluri de tip cu deflecție, sînt prescrise oficial, conform datelor din tabela 1.

TABELA 1

Caracteristici metrologice [1]

Clasa de precizie	Abaterea de fidelitate	Eroarea de indicație	Abaterea de revenire	Pragul de sensibilitate	Valoarea diviziunii	Eroarea limită a mijloacelor de verificare		
	din limita superioară a domeniului de măsurare, %					Verificarea prin încărcare cu greutăți	Verificarea cu dinamometre de laborator	Compararea cu mașina de încercare
2	2,0	±2,0	2,0	0,3	0,1	±0,1	±0,6	±0,5
2,5	2,5	±2,5	2,5	0,4	1,5	±0,1	±0,6	±1
3	3	±	3	0,4	2	±0,1	±0,6	±1

Aceste caracteristici sînt asigurate dacă se respectă condițiile de măsură similare, cu cele de la etalonarea aparatului.

Din datele prezentate, se constată direct că această categorie de aparate, au o precizie de măsură mică, iar valoarea efortului în cablu este citită pe cadran în procente și apoi convertită în unități de forță pe bază de tabelă.

2. Soluții constructive adaptate

2.1. *Considerații generale*

Ca o soluție nouă, se prezintă un aparat de măsurat eforturile din cabluri, conform metodei de măsură prin deflecție, care face obiectul brevetului R.S.R. nr. 52 064 și cu care s-a încercat să se asigure rezolvarea deficiențelor menționate anterior.

Conform premizelor de construcție ale aparatului, care sînt necesare a se preciza de la început, deoarece motivează soluția adoptată, s-a avut în vedere construirea unui aparat care să răspundă la următoarele condiții tehnice principale:

— să măsoare riguros forța din cabluri;

— să înlăture sau să reducă influența factorilor perturbători;

— să permită montarea elementului sesizor, respectiv și pe cabluri tensionate;

— să permită citirea forței din cablu direct pe cadrane fără utilizarea de tabele de convertire;

— să poată fi utilizat pentru două dimensiuni de cabluri fără modificări esențiale;

— să fie ușor de manevrat și de exploatat;

— să fie echipat cu mai multe cadrane pentru utilizarea lui la planurile instalațiilor de foraj cu pînă la 4 role.

Produse industriale de comparație, la nivelul tehnicii mondiale actuale, s-au luat în considerare numai în măsură în care s-au dovedit a fi utilizate în mod curent în șantierele de foraj, sau de exploatarea sondelor. Se menționează pentru ilustrarea nivelului tehnicii actuale următoarele tipuri de aparate, utilizate în străinătate, cît și în R.S.R., după cum urmează:

— indicatorul de eforturi în cabluri tip Clipper Toolpusher, Clipper Sealtite, construite de firma Martin Decker — SUA — figura 2;

— indicatorul de eforturi în cabluri tip GIV–4 și GIV–6 construite în U.R.S.S. — figura 3;

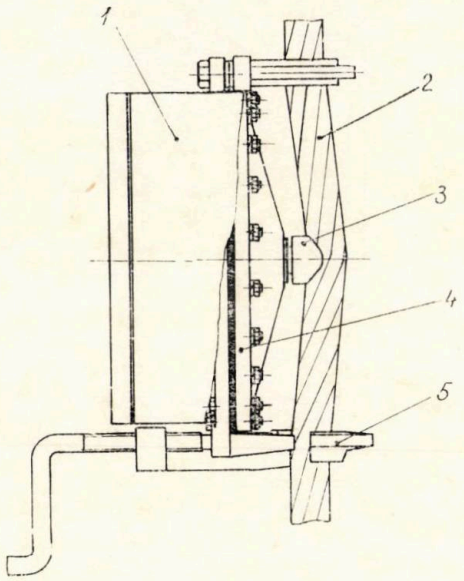


Fig. 2. Indicator de eforturi în cabluri tip Clipper Toolpusher:
1 — aparat indicator; *2* — cablu; *3* — suport central; *4* — traductor hidraulic; *5* — suport lateral (cirlig).

TABELA 2

Caracteristici ale indicatoarelor de greutate de construcţii diferite

Nr. crt.	Tipul aparatului	Martin-Decker tip Clipper	Martin-Decker tip Sealtite	Tip GIV–4, U.R.S.S.	Tip GIV–6 U.R.S.S.	Tip AEC–18 R.S.R.
1	Principiul de funcţionare	Hidraulic	Hidraulic	Hidraulic	Hidraulic	Hidraulic
2	Modul de măsurare	Indicare	Indicare şi înregistrare	Indicare şi înregistrare	Indicare şi înregistrare	Indicare şi înregistrare
3	Unitatea de măsură	Tone forţă	Tone forţă	Gradaţii (%) arbitrare	Gradaţii (%) arbitrare	Gradaţii, arbitrare, (%)
4	Limita de măsură	10000 kgf	10000 kgf	(12000 ÷ 25000) kgf	(4000–25000) kgf	(12500–18000) kgf
5	Precizie	Redusă (3–4)	Redusă (3–4)	2,5%	2,5%	2,5%
6	Tipul traductorului	Ploscă	Ploscă	Ploscă	Ploscă	Ploscă
7	Amplasarea traductorului	La capătul inactiv al cablului	La capătul inactiv al cabl.	La capătul inactiv al cabl.	La capătul inactiv al cabl.	La capătul inactiv al cablului
8	Amplasarea indicatorului	Face corp comun cu traductorul	La tabloul A.M.C.	La tabloul A.M.C.	La tabloul A.M.C.	La tabloul A.M.C.
9	Tipul înregistrator	Nu are	Manometric	Manometric	Manometric	Manometric
10	Amplasarea înregistratorului	Nu are	În spatele aparatului indicator	În biroul sondei	În biroul sondei	Face corp comun cu indicatorul
11	Număr de cadrane	10 (5 discuri)	10(5 discuri)	1	1	1
12	Greutatea	circa 30 kg	circa 35	—	—	circa 36

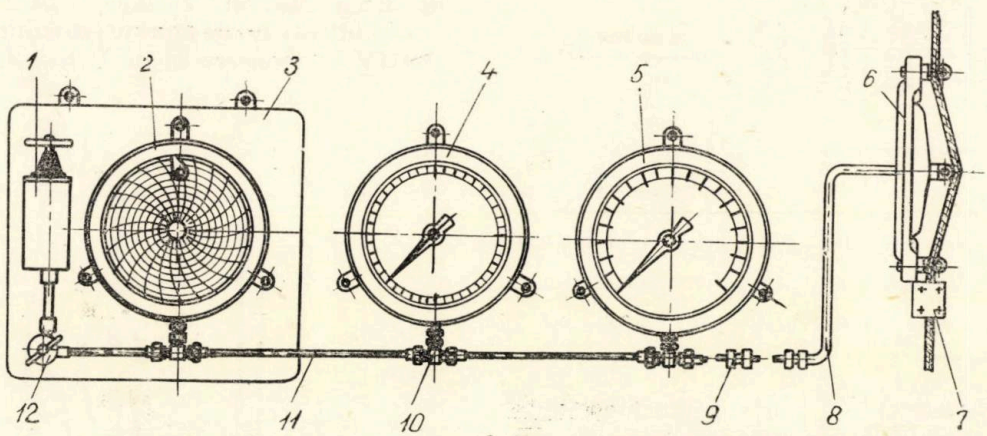


Fig. 3. Indicator hidraulic de greutate GIV6–1 :
1 – rezervor cu lichid; *2* – aparat înregistrator; *3* – tablou; *4* – indicator vernier; *5* – indicator principal; *6* – transformator de presiune; *7* – dispozitiv de fixare; *8* – furtun; *9* – cuplu de racordare; *10* – teu legătură; *11* – conductă de cupru; *12* ventil de închidere.

— indicatorul de eforturi în cabluri tip AEC – 18, construit în R.S.R. — figura 4.

Principalele caracteristici tehnice ale aparatèlor menţionate sînt date în tabela 2, în scopul de a pune la dispoziţie elemente de comparare.

Din acelaşi motiv, se menţionează următoarele deficienţe :

— Precizia de măsură a indicatoarelor de eforturi în cabluri, construite de firma Martin Decker şi prezentate în figura 2, este redusă (3–4)%. Aceasta se datorează modului de fixare a sesi-

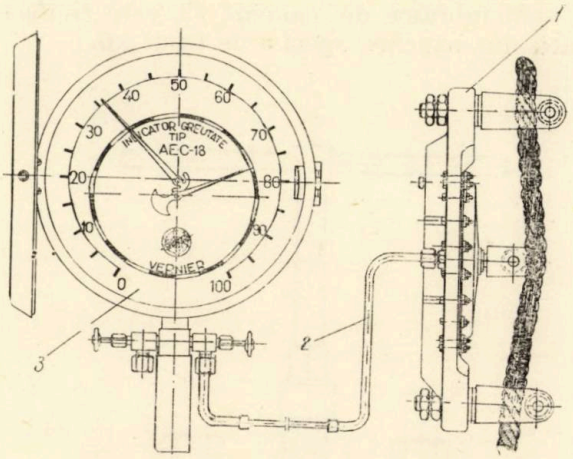


Fig. 4. Indicator de greutate tip A.E.C.—18 :
1 – transformator; *2* – conductă de cupru; *3* – indicator.

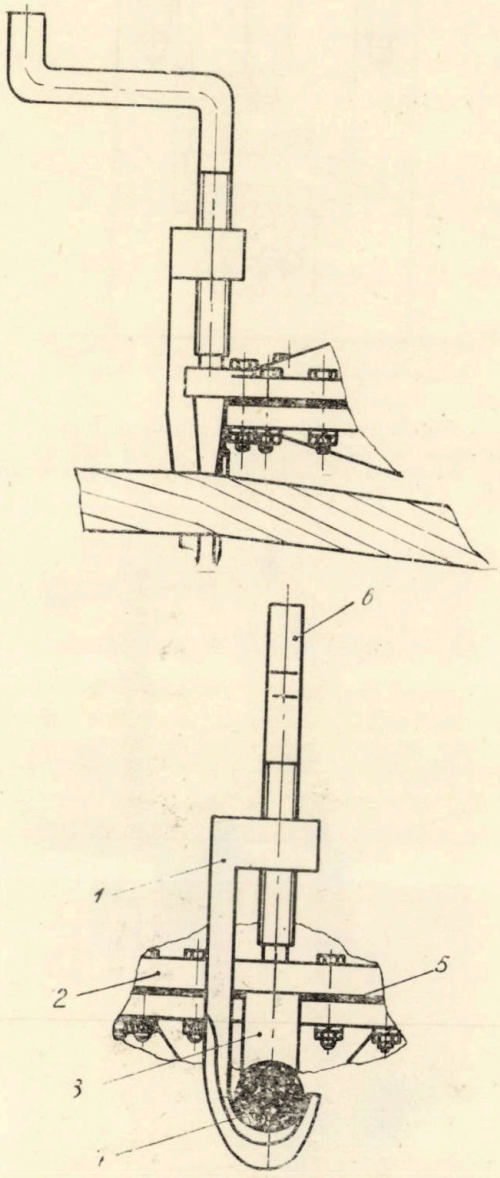


Fig. 5. Strîngerea cablului cu suport tip Clipper.
a. – secțiune transversală; *b.*– vedere longitudinală; *1.*– cîrlig suport; *2* – corp transformator; *3* – suport; *4* – cablu; *5* – membrană; *6* – miner.

zorului pe cablu. Acest mod de fixare creează frecări între cablu și suporții laterali, precum și o variație a unghiului de deflecție, din cauza strivirii cablului, în mod diferit, la strîngerea suporților laterali—figurile 5 *a* și 5 *b*.

— Indicatoarele de eforturi în cabluri construite în U.R.S.S. și R.S.R. și prezentate în figurile 3 și 4, indică sarcina procentual, determinarea valorii făcîndu-se pe baza de tabele de convertire elaborate la etalonarea aparatelor.

— Nu pot fi utilizate decît pentru dimensiunea de cablu folosită la etalonare.

— Sesizorul nu poate fi montat decît pe cablu netensionat.

2.2. *Descrierea aparatului*

Din figurile 6 *a*, 6 *b*, 6 *c*, aparatul realizat conform soluției noi concepute, este compus

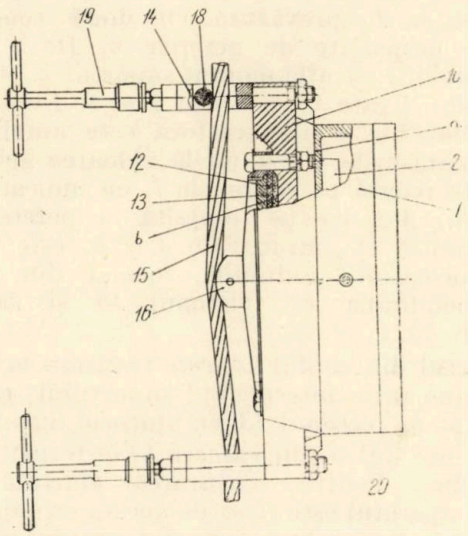


Fig. 6 *a*. Indicator de eforturi în cabluri tip A.E.C.—10.

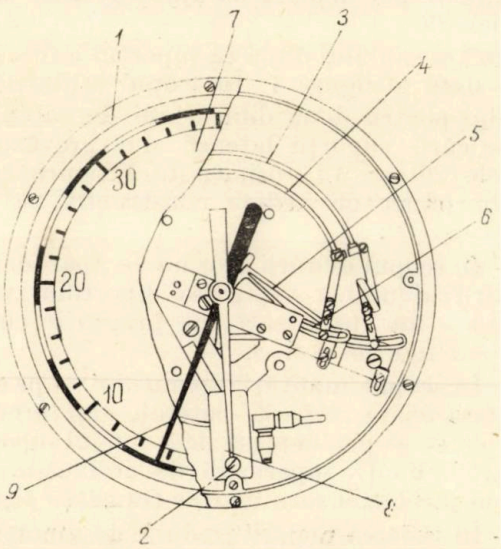


Fig. 6 *b*. Indicator de eforturi în cabluri tip A.E.C.—10— vedere mecanism indicare.

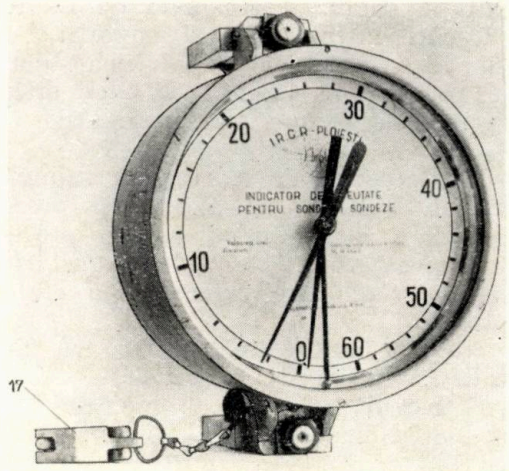


Fig. 6*c*. Indicator de eforturi în cabluri tip A.E.C—10. Ansamblu aparat.

din cutia *1*, prevăzută cu două compartimente despărţite de peretele *a*. De o parte a peretelui *a*, se află montat suportul *2*, în care se găsesc fixate burdoanele *3* şi *4*. Deplasarea capetelor libere ale acestora este amplificată de mecanismele *5* şi *6*, iar la valoarea indicaţiilor este redată pe cadrenele *7*, cu indicatoarele *8* şi *9*. Pe partea cealaltă a peretelui *a*, în legătură cu burdoanele *3* şi *4*, este plasat transformatorul hidraulic, format din plosca *10*, membrana *12*, pistonul *13* şi suporţii laterali 14.

Efortul din cablul *15*, este transmis la cele *2* burdoane prin intermediul suportului central *16*, fixat pe pistonul *13*, cu ajutorul membranei *12*, la lichidul *b* din camera transformatorului hidraulic. Pentru măsurarea efortului din cablu, aparatul este fixat de acesta cu ajutorul piesei *17*, după care se introduce cablul în locaşurile suporţilor laterali, prevăzuţi cu rolele *18* care se pot deplasa cu ajutorul unor mînere (cheie) *19*.

Poziţia cablului după ce suportul a fost strîns este dată în figura 7. În scopul utilizării aparatului pentru două dimensiuni de cablu, fără modificări, suporţii laterali sînt prevăzuţi cu şaibele (*20*) care au grosimea stabilită prin calcul.

Din punct de vedere constructiv, se reţin următoarele :

— În scopul evitării erorilor ce apar datorită strivirii cablului la strîngerea suporţilor laterali, aceştia sînt prevăzuţi cu pragurile limitatoare *A* figurile 7 şi 8.

— În scopul montării aparatului — pe cablurile tensionate, suporţii laterali sînt prevăzuţi cu role ce se pot deplasa de-a lungul suportului şi care la limita superioară de desfacere se pot roti în jurul axei surubului de translaţie figura 7.

— În vederea reglării gradului de amortizarea pulsaţiilor, aparatul este prevăzut cu amortizoare de pulsaţii pe fiecare circuit hidraulic.

— Membrana de cauciuc *12*, este confecţionată din cauciuc special de tipul x6.

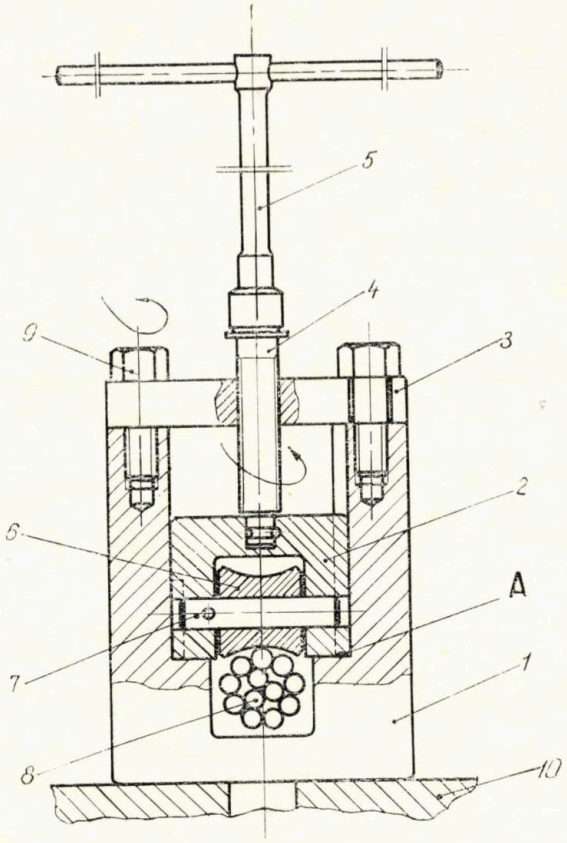


Fig. 7. Suport lateral în poziţie de lucru :
1 — corp suport ; *2* — suport port-rolă ; *3* — punte ; *4* — şurub ; *5* — cheie ; *6* — rolă ; *7* — ax ; *8* — cablu ; *9* — şurub ; *10* — corp traductor.

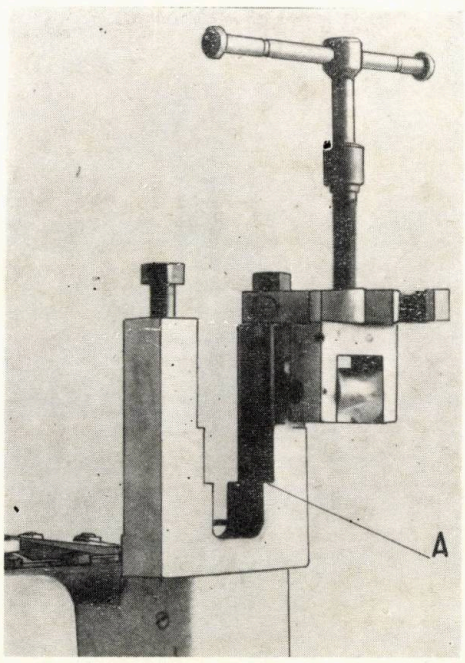


Fig. 8. Indicator de eforturi în cabluri tip A.E.C—10 — suport lateral în poziţie deschis.

— Cutia *1*, plosca *10*, pistonul *13*, sînt confecționate din aliaje de aluminiu, ceea ce asigură aparatului o greutate mimimă.

— Suporții laterali, rolele acestora, precum și suportul central, sînt confecționați din oțeluri de îmbunătățire, asigurîndu-i aparatului anduranța mărită.

— În vederea asigurării protecției suprafețelor, toate piesele de aluminiu sînt protejate la exterior cu nitroemail imitație lovituri de ciocan, iar piesele din oțel sînt brurate.

2.3. *Caracteristicile tehnice generale ale aparatului* :

— Datorită echipării aparatului cu suporți laterali și cursă limitată, precizia de măsură a aparatului este de 2%.

— Forța maximă în capătul inactiv al cablului este de 10.000 kgf. În cazul cînd aparatul este destinat altui scop, decît cel pentru care a fost construit, forța maximă măsurată este de 15 000 kgf pentru cazurile cînd aparatul este solicitat decît în timpul măsurătorii, iar cablul este supus la o sarcină statică.

— Forța minimă măsurată este de 200 kgf.

— Diametrul cablului, este cuprins între 16 și 25 mm, în treptele 16 și 18 mm, 18 și 22 mm, 19 și 24 mm, 22 și 25 mm.

— Îndicațiile sînt citite pe 8 cadrane (4 discuri) gradate în tone. Gradarea cadranelor se face corespunzător unei dimensiuni de cablu, precum și unui număr fix de fire la macara.

Astfel, 4 fețe ale discurilor sînt gradate pentru un diametru de cablu cu Ø 18 și un număr de fire la macara egal cu 2, 4, 6 și 8, iar celelalte 4 fețe se gradează pentru același număr de fire la macara, dar pentru un diametru de cablu de Ø 22 mm.

— Scara cadranelor se extinde pe un cerc complet (360°).

— Mecanismul de indicare este introdus într-o cutie perfect etanșă, ceea ce permite ca aparatul să lucreze în mod statisfăcător în condițiile șantierelor de foraj.

— Sistemul de comunicație între burdoane și sesizor, se face prin conducte de cupru, asigurîndu-se o mare siguranță în etanșări și în exploatare. Siguranța în etanșare este asigurată și de faptul că, sistemul lucrează la presiune relativ mică-6kgf/cm².

Fiind construit din oțeluri de calitate și din aluminiu, aparatul are o greutate de numai 20kgf, făcîndu-l astfel ușor transportabil.

2.4. *Condiții de montaj de cablu*

Așa cun s-a arătat în premisele de realizare, aparatul este destinat măsurării forței din cabluri, avînd posibilitatea de a se monta și pe cabluri tensionate. Față de tehnologia de montaj obișnuită, în prezent, la măsurarea forței din cabluri, cu noul aparat, este necesar să se respecte cîteva condiții particulare, și anume :

— Pentru montajul aparatului pe cablu, nu este nevoie să se demonstreze puntea *3* (fig. 7), ci se rotește cheia *5*, în sensul invers acelor de ceasornic, pînă cînd suportul portrolă *2*, a ajuns la puntea 3.

— Se împinge ușor cu mîna în același sens suportul portrolă *2*, pînă cînd acesta, începe să se rotească în jurul axei surubului *9*.

— Se introduce cablul în interiorul suportului *1* și apoi, se aduce cu mîna suportul port rolă pînă cînd acesta intră în locașul din suportul *1*.

— Se rotește apoi cheia *5*, în sensul acelor de ceasornic pînă cînd suportul portrolă *2* atinge pragul *A*.

— Nu se admite noroi, praf sau alte corpuri străine, pe suprafața pragului *A* sau, pe suprafața ce vine în contact cu acesta, a suportului portrolă.

— Un montaj corect este realizat, atunci cînd piesele componente ale suportului lateral se găsesc în poziția indicată în figura 7. În acest montaj, se observă că unghiul de deflecție al cablului este mereu același, indiferent de intensitatea cu care a fost strîns șurubul 4.

Această perfecționare a suporților laterali a permis ca să se obțină aceleași indicații, în toate condițiile de montaj, sau chiar la schimbarea poziției aparatului pe cablu, lucru care nu se poate obține cu alte aparate construite pe același principiu. Așa cum rezultă din figurile 5 *a* și 5 *b*, cablul la strîngerea suportului lateral, este strivit diferit, în funcție de intensitatea de strîngerea șurubului suportului lateral, deci unghiul de deflecție α, este diferit, afectînd în felul acesta, eroarea, de măsură.

3. Concluzii

1. Aparatul descris, rezolvă printr-o soluție constructivă simplă, dezideratele principale ale măsurării forței din cablurile de foraj, sau a altor tipuri de cabluri, asigurînd obținerea cu o precizie de 2% a valorilor acestei forțe.

2. — Dat fiind ușurința de citire a cadranelor, greutatea redusă a aparatului, tehnologie simplă de montaj pe cablul, indiferent dacă acesta este, sau nu tensionat, se poate aprecia extinderea utilizării aparatului nu numai în sectorul de foraj, sau de extracție, ci și la alte sectoare, cum ar fi, de exemplu, la măsurarea forței din cablurile funicularelor, din cablurile mașinilor de ridicat etc.

Asupra unor soluţii noi, elaborate în R. S. România în problema torsiometriei îmbinărilor filetate ale garniturilor de foraj şi ale coloanelor de tubaj

I. Nicolau şi
V. Rădulescu

1. Puncte de vedere actuale asupra necesităţii măsurării momentului de torsiune la înşurubarea îmbinărilor filetate ale garniturilor de foraj şi ale coloanelor de tubaj

Prin definiţie, îmbinările filetate ale prăjinilor de foraj şi ale burlanelor de tubaj reprezintă îmbinări pretenţioase de mare răspîndire, suportînd solicitări multiple. În tehnica modernă, strîngerea îmbinărilor filetate de orice fel, care au caracter de răspundere, se execută, de regulă, în mod controlat, prin măsurarea momentului de torsiune aplicat. În acest sens, cleştele de foraj trebuie deci să reprezinte „o cheie dinamometrică" [1].

Ţinînd seama de solicitările care apar în exploatare, precum şi de rezultatele experimentale obţinute, se reglementează în prezent momentele de strîngere admisibile pentru diferitele tipuri de filete utilizate. Valorile prescrise, diferă, desigur pentru fiecare tip de filet şi pot fi revizuite pe parcurs, în funcţie de îmbunătăţirile tehnologice sau de calcul aduse. În tabelele 1 şi 2, se indică, strict pentru orientare asupra ordinului de mărime, recomandările actuale [2] pentru racorduri speciale de prăjini de foraj — STAS 325-61, respectiv pentru burlane de foraj A.P.I.

Valorile forţei de tracţiune (F_0) realizate cu sfoara mosorului, corespunzător momentelor de torsiune (M) indicate s-au calculat pentru cazul cleştelui multidimensional — STAS 6445-66, avînd lungimea cozii $l = 1\,250$ mm, conform relaţiei de bază:

$$M = F_0 \cdot l, \qquad (1)$$

ceea ce impune ca în cazul utilizării altui tip de cleşte, avînd lungimea cozii (l_1) diferită, valorile pentru forţa respectivă (F_1) să fie recalculate, conform relaţiei evidente:

$$F_1 = \frac{l}{l_1} \cdot F_0$$

Transcriind în graficul din figura 1 valorile recomandate conform tabelei 1, se obţine plaja abaterilor admisibile din punct de vedere tehnologic, pentru măsurarea momentului de strîngere al racordurilor speciale [2].

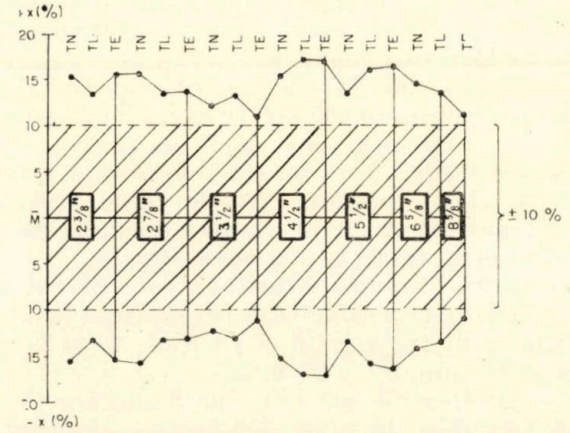


Fig. 1. Abateri admisibile din punct de vedere tehnologic: *TN* – trecere normală (REG); *TL* – trecere largă (F.H.); *TE* – trecere egală (I.F.); *R.S.* – diametrul nominal al racordului special; $\overline{M}$ – valoarea medie a momentului; $+\times$ – abaterea maximă admisibilă; $-\times$ – abaterea minimă admisibilă.

TABELA 1.

Momente şi eforturi ce trebuie aplicate la înşurubarea racordurilor speciale

Ø ţoli	R.S. *	Moment de strîngere, kgfm Min.-Max.	Forţa de tracţiune **, kg
2 3/8	TN	350 — 480	280 — 384
	TL	420 — 550	336 — 440
	TE	350 — 480	280 — 384
2 7/8	TN	700 — 960	560 — 770
	TL	630 — 820	500 — 660
	TE	630 — 820	500 — 660
3 1/2	TN	970 — 1 240	780 — 1 000
	TL	760 — 1 030	610 — 830
	TE	1 110 — 1 380	890 — 1 100
4 1/2	TN	1 520 — 2 070	1 220 — 1 660
	TL	1 660 — 2 340	1 330 — 1 870
	TE	1 660 — 2 340	1 330 — 1 870
5 1/2	TN	2 630 — 3 450	2 100 — 2 760
	TL	2 350 — 3 240	1 880 — 2 600
	TE	2 280 — 3 170	1 820 — 2 540
6 5/8	TN	3 110 — 4 140	2 500 — 3 300
	TE	2 630 — 3 450	2 100 — 2 760
8 5/8	TN	5 530 — 6 900	4 400 — 5 500

* RS – racord special tip; TN – trecere normală; TL trecere largă; TE – trecere egală;
** – corespunzător; 1 – cleşte = 1 250 mm STAS 6445-66.

TABELA 2

Eforturi de strîngere la coada cleştelui (l ≅ 1 250 mm) pentru diferite burlane A.P.I., kg.

Oţel Ø (ţoli)	N 80						I 55 şi N 80	P. 110	P. 150	
	API			Hydril Flush	Ex. line		Hydrill			
	Min.	DPT.	Max.		min.	DPT	E.U.	T.S.	C.T.S.	C.T.S.
4 1/2	—	—	—	164	—	—	346	346	465	665
5	220	292	440	208	276	332	420	420	550	770
5 1/2	224	296	440	252	276	332	500	500	665	940
6 5/8	264	352	520	—	—	—	665	665	850	—
7	312	425	630	390	330	390	720	720	940	1 100
7 5/8	312	425	630	465	390	440	775	775	1 000	1 220
8 5/8	344	456	670	565	—	—	890	890	1 160	—
9 5/8	390	520	725	685	—	—	1 000	1 000	1 330	—
10 3/4	410	545	800	770	—	—	—	1 100	1 440	—
	440	570	890	950	—	—	—	1 330		—

Se reţine, conform figurii 1, concluzia importantă că eroarea de măsură maximă admisibilă tehnologiei este :

$$\varepsilon_t = \pm 10\,\%$$

2. Posibilităţi moderne de torsiometrie aplicate în foraj

Făcînd o comparaţie cu practica de lucru cu cleştele de foraj, răspîndită încă în şantierele de foraj, prin care se face numai aprecierea forţei aplicate la coada cleştelui, pe baza numărului de înfăşurări al sforii la mosor (n) este edificator să se examineze în figura 2, variaţia forţei la cleşte (F_0), pentru o forţă la sfoara mosorului : $T = 40$ kgf, aplicată de sondor, pentru diverse valori ale coeficientului de frecare — sfoară/mosor, (μ), conform relaţiei cunoscute [3] :

$$F_0 = T \cdot e^{2 \cdot \pi \cdot n \cdot \mu} \qquad (3)$$

Este evident că aceste aprecieri, putînd duce la erori grosolane de peste 100 — 200 %, nu sînt acceptabile, mai ales în condiţiile de solicitare la limita superioară a materialului tubular folosit în cazul forajului de mare adîncime.

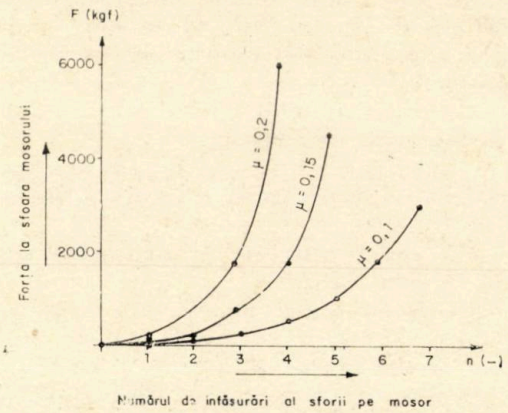


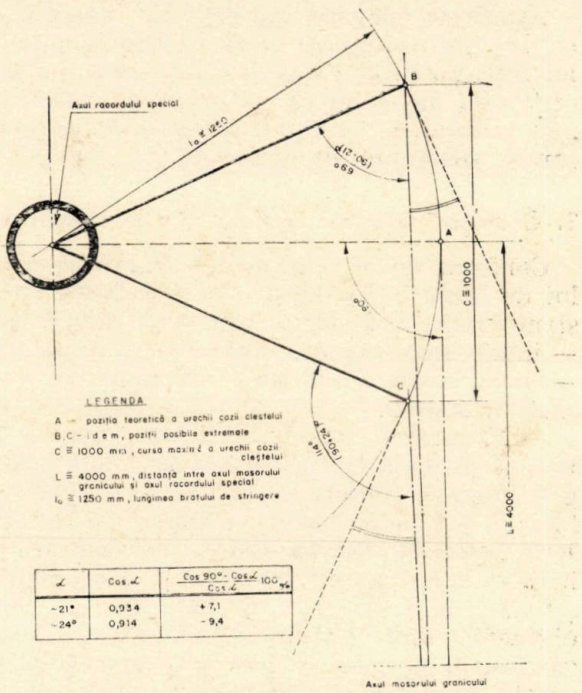
Fig. 2. Variaţia forţei la cleşte (F) în funcţie de coeficientul de frecare-sfoară/mosor (μ) şi numărul de înfăşurări pe mosor (n).

Deficienţele acestui mod de lucru, folosit în trecut în mod generalizat, au dus la introducerea dinamometrelor de tracţiune, la sfoara mosorului, răspîndite în mod curent în prezent, cum ar fi, de exemplu, cele de tipul H-6A de fabricaţie : M. DECKER CORP. — S.U.A. [4, 5].

Prin măsurarea forţei la sfoara mosorului (F_0), se determină momentul de torsiune real (M_{real}) numai în cazul în care sfoara face cu axul cozii cleştelui *1* un unghi riguros egal cu 90°, conform relaţiei (1).

Ca urmare a efectuării strîngerii îmbinării filetate respective, sau a patinării fălcilor cleştelui, se realizează între sfoară şi coada cleştelui un unghi de 90° ± α.

Conform figurii 3, pentru poziţiile extremale posibile, pentru o cursă a capătului cozii cleş-



∠	Cos ∠	$\frac{\cos 90° - \cos \angle}{\cos \angle} 100$ %
-21°	0,934	+ 7,1
-24°	0,914	- 9,4

Fig. 3. Poziţii posibile extremale ale cozii cleştelui faţă de axul mosorului granicului.

telui $c = 1$ m, mosorul fiind amplasat la o distanţă $L = 4$ m, rezultă :

— unghiul minim : $90° - \alpha_1 = 90° - 21° = 69°$;

— unghiul maxim : $90° + \alpha_2 = 90° + 34° = 114°$.

Relaţia de determinare a momentului de torsiune aplicat (1) devine astfel :

$$M_{real} = l \cdot F_o \cdot \cos \alpha \qquad (4)$$

La consideraţiile de măsurare menţionate este necesar să se adauge în plus şi unele aspecte funcţionale, legate de aparatura industrială folosită în tehnica actuală. Astfel, din observaţiile de comportare făcute asupra torsiometrelor pentru cleşti, la care se folosesc dinamometre hidraulice de tracţiune cu piston, cum ar fi, de exemplu, tipul M. DECKER CORP — — S.U.A. [4, 5] sau tipul „DRILICO" — S.U.A. [6] au rezultat unele deficienţe :

— modificarea condiţiilor de frecare ale etanşărilor de la piston şi de la tija pistonului ;

— pierderea de lichid prin degradarea etanşărilor ;

— lovirea violentă şi degradarea tijei pistonului şi a corpului dinamometrului, la manipularea cleştelui în sondă concomitent cu strivirea furtunului de legătură a dinamometrului la manometrul indicator.

Torsiometrele pentru cleşti, la care se folosesc dinamometre cu element elastic, ca, de exemplu, tipul FOSTER—JERKLINE [7] sau tipul DILLON [8], prezintă unele deficienţe funcţionale de natură diferită, cum ar fi decalibrarea în timp a elementului elastic.

Aspectele relevate mai sus s-au referit exclusiv la cleştii obişnuiţi de foraj. Problema cleştilor mecanizaţi de foraj se consideră o problemă distinctă, dat fiind că, în cazul lor, măsurarea momentului de torsiune se execută, de obicei, asupra sistemului de acţionare.

3. Condiţii tehnice principale de măsurare

Conform obiectivelor de măsurare şi specificului de lucru la sondă şi în concordanţă cu instrucţiunile D. G. M. S. I., trebuie să se respecte — indiferent de soluţia constructivă adoptată — —unele condiţii tehnice principale de torsiometrie. Astfel :

— Măsurarea momentului de torsiune trebuie să se facă la executarea la sondă a strîngerii fiecărei îmbinări filetate a prăjinilor de foraj, a prăjinilor grele şi a burlanelor de tubaj. Este necesară afişarea datelor de măsurare prin indicarea la panoul de control al sondorului şef sau la cleşte şi prin înregistrare, pentru obţinerea unui document asupra compunerii garniturii, în ceea ce priveşte valorile de momente realizate şi cronometrarea timpilor de manevră pentru fiecare pas. De asemenea, se recomandă semnalizarea sau limitarea atingerii valorii prescrise a momentului de torsiune realizat.

— Materialele tubulare considerate, respectiv momentele de torsiune minime şi maxime recomandate, sînt conform tabelei 3.

— Tipul de cleşte de foraj care se ia în primul rînd în consideraţie este cleştele multidimensional STAS 6445-66.

TABELA 3

Gama materialelor tubulare şi momentele de torsiune necesare

Material tubular, DN	M_{min} kgf m	M_{max} kgf m
Prăjini : 2 3/8...8 5/8"	350	6 900
Burlane : 4 1/2...11 3/4"	200	1 800

Traductorul dinamometric recomandat este de tip hidraulic, deci fără sursă exterioară de energie de alimentare, dotat cu amortizor de şocuri. Montajul traductorului la cleşte trebuie să fie posibil fără scule speciale şi fără modificarea constructivă a cleştelui.

4. Consideraţii asupra celor două soluţii noi de torsiometrie concepute pentru măsurarea şi, respectiv, pentru limitarea momentului de torsiune realizat cu cleştele de foraj

Conturarea problemei prin explicitarea deziderateloг tehnologice şi a deficienţelor operative semnalate a condus la elaborarea a două soluţii noi de torsiometrie, avînd caracter competitiv :

— torsiometru pentru cleştele de foraj, avînd ca scop măsurarea momentului de torsiune realizat (Brevet R.S.R. nr. 55624).

— dispozitiv de acţionare controlată pentru cleştele de foraj, avînd ca scop acţionarea controlată a cleştelui de foraj, în vederea limitării automate a momentului de torsiune realizat (Brevet R.S.R. nr. 59694).

Cele două soluţii elaborate permit, conform scopurilor propuse, realizarea de funcţiuni diferite, dar necesită în componenţa lor unele subansambluri funcţionale similare, care sînt prezentate de la început în tabela 4, pentru ilustrarea premiselor comune de concepţie care au apărut :

I — Asigurarea condiţiilor tehnice generale de torsiometrie analizate ;

II — Rezolvarea unor deziderate de operare, nesatisfăcător rezolvate la nivelul tehnic actual, cum ar fi :

— montajul traductorului dinamometric solidar cu coada cleştelui ;

— corectarea erorii de măsură determinate de poziţia de lucru variabilă a cozii cleştelui faţă de sfoara mosorului ;

— folosirea unui traductor dinamometric cu precizie bună ($\varepsilon_T \leqslant \pm 1\%$) ;

— asigurarea funcţiunii de limitare automată a momentului de torsiune.

Soluțiile concepute sînt descrise succint în continuare.

1. Torsiometru cu traductor dinamometric de compresiune și cu jug de inversare

Schema de principiu a torsiometrului se referă în primul rînd la un element sesizor, compus dintr-un jug de inversare a forței de tracțiune din cablu într-o forță echivalentă de compresiune, transmisă astfel asupra unui traductor dinamometric hidraulic de compresiune, cu membrană cu zonă de rostogolire, conform celor două variante din schemele de principiu A — cu un jug exterior și B — cu jug interior, reprezentate în figurile 4 și 5. Jugul se montează ghidat în urechea cleștelui, fixîndu-se cu ajutorul bolțului de la urechea capătului cozii cleștelui. Prinderea sforii mosorului nu se mai face la bolțul cleștelui, ci la bolțul jugului de inversare. În acest fel, în zona dintre cele două bolțuri, axul sforii este perpendicular pe axul cozii cleștelui, iar în dreptul bolțului cleștelui se realizează frîngerea cu unghiul : $\pm \alpha$, con-

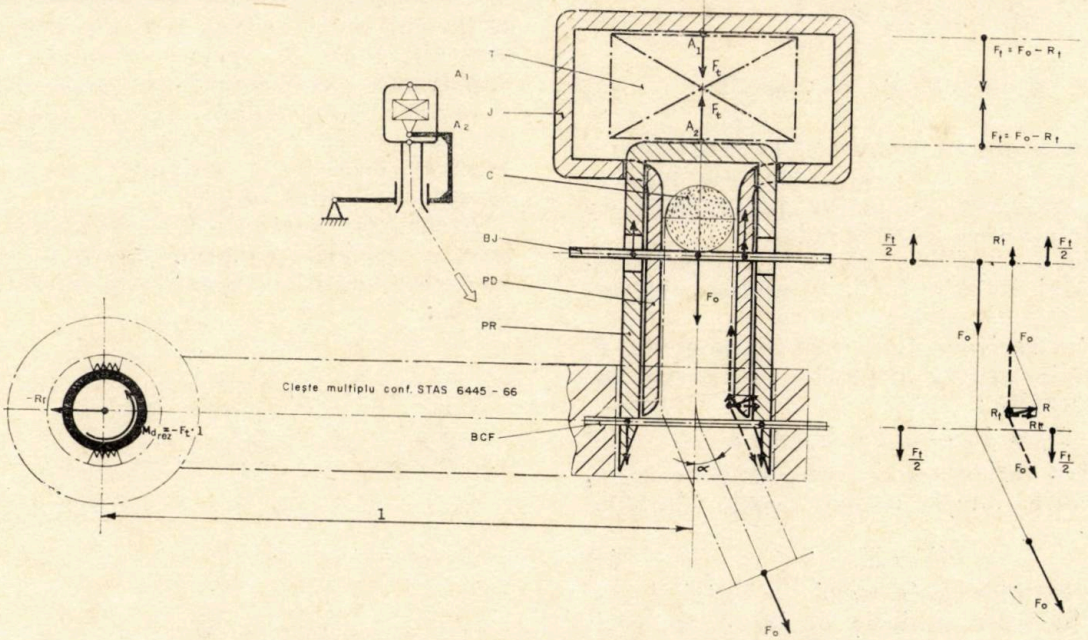


Fig. 4. Schema de principiu a torsiometrului (A) :
T — traductor dinamometric ; *J* — jug de transmitere ; *C* — cablu de tracțiune ; *PR* — piesă de rezemare ; *BJ* — bolțul torsiometrului ; *PD* — placă de descărcare ; *BCF* — bolțul cleștelui.

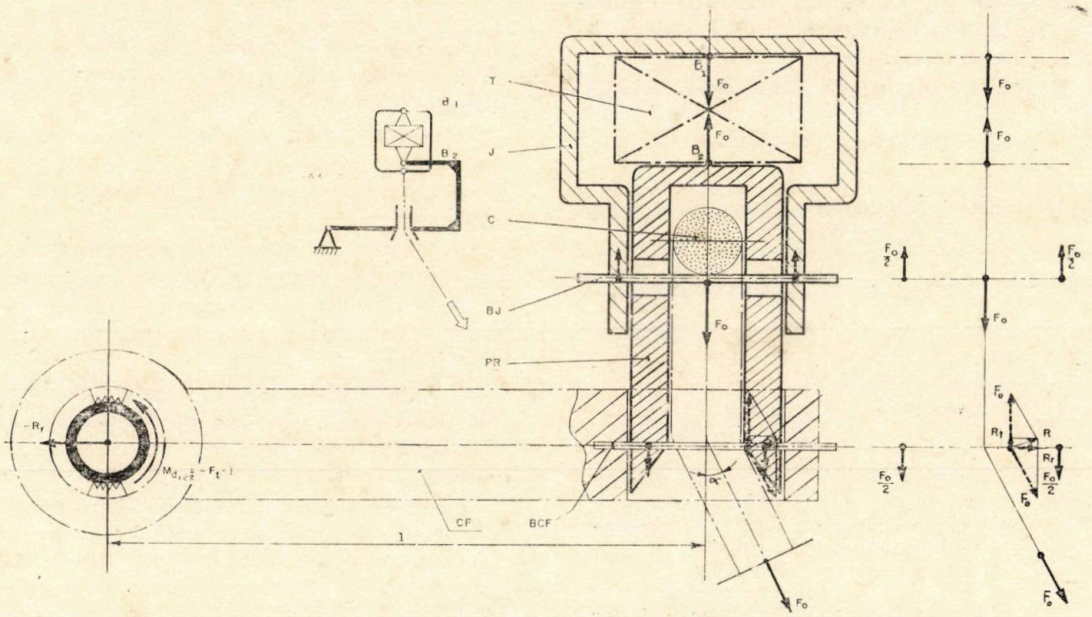


Fig. 5. Schema de principiu a torsiometrului (B) :
T — traductor dinamometric ; *J* — jug de transmitere ; *C* — cablu ; *BT* — bolțul jugului ; *CF* — clește de foraj ; *PR* — piesă de rezemare ; *BCF* — bolțul cleștelui de foraj.

form unghiului pe care îl face sfoara cu coada cleştelui în decursul operaţiei de strîngere: $90° \pm \alpha$.

Relaţiile de echilibru static în punctul de frîngere al cablului, în dreptul bolţului cleştelui, definesc pe rînd : forţa din cablu (F_0), reacţiunea (R) în dreptul punctului de frîngere, componenta tangenţială (R_t) şi componenta radială (R_r) :

$$R = 2.F_0.\ \sin\frac{\alpha}{2} \qquad (5)$$

$$R_t = 2\ .\ F_0 \cdot \sin^2\frac{\alpha}{2} \qquad (6)$$

$$R_r = 2 \cdot F_0 \cdot \sin\frac{\alpha}{2} \cdot \cos\frac{\alpha}{2} \qquad (7)$$

cu rezerva neglijării rigidităţii la încovoiere a cablului şi a frecărilor de ghidaj ale jugului, care se consideră ca factor perturbator ce trebuie determinat experimental.

Relaţiile de echilibru static în dreptul bolţului jugului definesc forţa F_t aplicată la traductorul dinamometric :

— *Pentru varianta A*, la care componenta R_t se transmite asupra capetelor terminale ale jugului, rezultă :

$$F_t' = F_0 - R_t = F_0 \cdot \cos\alpha \qquad (8)$$

— Pentru varianta *B*, la care componenta R_t se transmite direct asupra cozii cleştelui, rezultă :

$$F_t'' = F_0, \qquad (9)$$

ceea ce înseamnă că, în cazul variantei *A* este posibilă, în toate poziţiile de lucru ale cozii cleştelui, măsurarea permanentă a valorii forţei normale la coada cleştelui $F_0 \cdot \cos\alpha$.

Diferenţele valorice ale datelor teoretice de măsură, obţinute în cele două variante concepute conform aproximărilor de calcul acceptate iniţial, sînt trecute în tabela 5.

Avînd în vedere faptul că unghiurile $\alpha > 15°$ se realizează în practica de şantier numai accidental, iar eroarea corespunzătoare $\varepsilon_{15°} = 3{,}6\,\%$

TABELA 4

Funcţii şi subansambluri funcţionale ale celor două soluţii noi de torsiune

Soluţii	Funcţiuni	Subansambluri funcţionale
I — Torsiometru	Măsurarea momentului de torsiune realizat	Traductor dinamometric Indicator + înregistrator
II — Dispozitiv de acţionare controlată	Acţionarea cleştelui de foraj Măsurarea momentului de torsiune realizat Limitarea automată a momentului de torsiune realizat	Mosor cu cuplaj special Traductor dinamometric Indicator de control Regulator-limitator de moment de torsiune

TABELA 5

Valori calculate pentru cazul $F_{0max} = 5\,000$ kgf

Valori calculate	1	2	3	4	5	6
$\alpha°$	0	5°	10°	15°	20°	25°
$(A) F_t = F_0 \cos\alpha$ kgf	5 000	4 975	4 925	4 825	4 700	4 500
$(B)\ F_0 = F_t$, kgf	0	25	75	175	300	500
$\varepsilon_\alpha = \frac{F_0 - F_t}{F_t} \cdot 100, \%$	0	0,5	1,5	3,6	6,4	11,1

este comparativ redusă faţă de precizia necesară din punct de vedere tehnologic ($\pm 10\,\%$), importanţa parametrului perturbator, unghiul α, apare ca fiind redusă. Aceasta pledează pentru acceptarea primei variante descrise, care prezintă de altfel şi posibilităţi de soluţionare constructivă mai simplă.

Realizarea constructivă a variantei B adoptate, a urmărit, conform figurii 6, realizarea unor deziderate constructive şi operative principale :

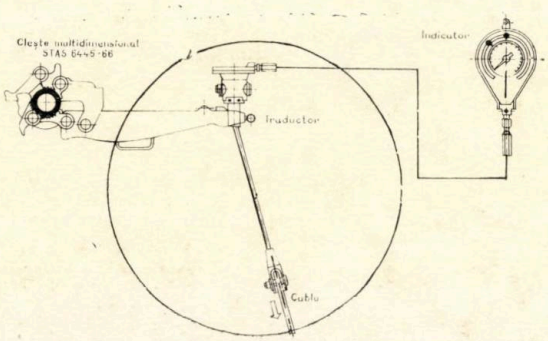


Fig. 6. Schema de ansamblu a torsiometrului.

— asigurarea montajului direct, fără adaptări speciale la urechea cozii cleştelui multidimensional STAS 6445—66 ;

— realizarea unei construcţii monobloc a traductorului şi a jugului ;

— permiterea agăţării comode a sforii mosorului ;

— realizarea unei tipodimensiuni unice de traductor pentru prăjini şi pentru burlane, în concordanţă cu faptul că şi cleştele STAS 6445—66 are acelaşi caracter de utilizare multiplă ;

— adoptarea unui traductor dinamometric hidraulic, de tip cu etanşare statică cu diafragmă cu zonă de rostogolire, care are eroare proprie redusă $\varepsilon_T \leqslant \pm 1\,\%$;

— protejarea sistemului hidraulic cu ajutorul unui amortizor reglabil ;

— gamele de măsură asigurate sînt :

Tipodimensiunea	Limita de măsură	Manometru indicator
I	0—2 500 kgf	Ø 160 mm × 25 kgf/cm²
II	0—6 500 kgf	Ø 160 mm × 60 kgf/cm²

— clasa de precizie acceptată de metrologie : Cl. 3.

Caracteristicile tehnice privind precizia aparatului şi modul de operare au fost confirmate pe baza experimentărilor de stand de probă şi de şantier.

2. *Dispozitiv hidropneumatic de acţionare controlată a cleştelui de foraj*

Schema de principiu a dispozitivului, conform figurii 7, prevede un mosor cu fricţiune, acţionat de la troliul de foraj prin intermediul

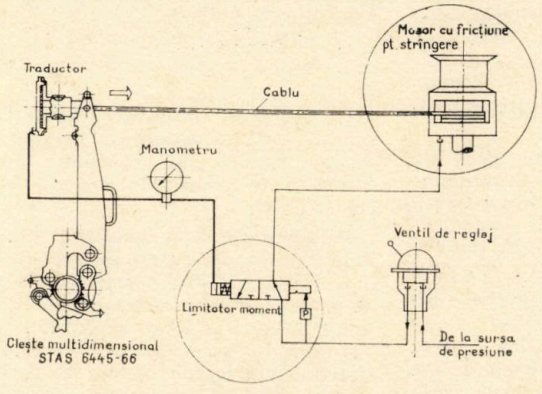


Fig. 7. Schema de ansamblu a dispozitivului de acţionare controlată a cleştelui :
——— traseu circuit pneumatic; ——— traseu circuit hidraulic.

unui cuplaj pneumatic. Traductorul dinamometric hidraulic plasat pe coada cleştelui asigură măsurarea forţei aplicate la cleşte şi, deci, a momentului de torsiune dezvoltat. Reglajul acţionării mosorului se face cu ajutorul unui limitator de tip bipoziţional, constituit dintr-un ventil de reglaj şi un releu hidropneumatic, care comandă alimentarea cu aer comprimat a cuplajului pneumatic al mosorului. Decuplarea mosorului cu fricţiune se face în acest mod automat, atunci cînd se atinge valoarea momentului maxim de torsiune prescris, prin declanşarea limitatorului de moment care blochează alimentarea cu aer comprimat şi, respectiv, descarcă concomitent burduful cuplajului mosorului.

Pentru controlul lucrului dispozitivului se prevede şi un indicator manometric al valorilor momentelor realizate.

Realizarea constructivă include subansamblurile principale următoare :

I — mosor cu cuplaj pneumatic;

II — traductor dinamometric hidraulic şi indicator manometric, de tipul folosit pentru torsiometru descris anterior;

III — limitator de moment cu releu pneumatic şi cu ventil de reglaj.

Mosorul de fricţiune comportă un cuplaj pneumatic de tip cu burduf axial, comandat de ventilul de reglaj. Traductorul dinamometric este similar celui folosit pentru torsiometrul descris anterior, dar posedă o diafragmă de diametru mai mare, pentru a asigura vehicularea unor volume mari de fluid, necesare pentru lucrul limitatorului. Este prevăzut, de asemenea, cu amortizor de şocuri hidraulice şi cu monometru indicator.

Limitatorul de moment se compune din două părţi :

— partea de sesizare a presiunii hidraulice şi de reglare a limitării momentului aplicat îmbinării filetate;

— partea de releu pneumatic pentru întreruperea circuitului pneumatic la atingerea valorii maxime a momentului aplicat îmbinării filetate.

Dispozitivul poate fi adaptat direct la toate instalaţiile de foraj, avînd troliu dotat cu mosor cu cuplaj pneumatic.

5. Concluzii

— Problema torsiometriei prezintă o semnificaţie deosebită pentru utilizarea corectă a materialului tubular folosit în procesul de foraj. Pentru specificul forajului la mare adîncime, condiţiile tehnice de măsurare devin mai pretenţioase şi pretind transformarea funcţională a cleştelui de foraj într-o „cheie dinamometrică" de calitate, în conformitate cu concepţia modernă a strîngerii controlate a tuturor îmbinărilor filetate de răspundere. Practica aprecierii momentului de torsiune pe baza numărului de înfăşurări a sforii pe mosor trebuie eliminată ca necorespunzătoare, iar dotarea cu mijloace de torsiometrie pentru cleşti trebuie considerată obligatorie.

— Torsiometrul conceput reprezintă o soluţie nouă a problemei, oferind avantaje în ceea ce priveşte : precizia de măsură mare, obţinută prin tipul modern de dinamometru folosit, posibilitatea de corectare a erorii unghiului de lucru al cozii cleştelui, siguranţa în funcţionare sporită datorită etanşării statice cu membrană a dinamometrului, fixării aparatului solidar pe cleşte, posibilităţii eliminării furtunului de legătură de la dinamometru la indicatorul manometric.

Dispozitivul de acţionare controlată pentru cleştele de foraj reprezintă, de asemenea, o soluţie nouă a problemei, asigurînd limitarea automată a momentului de torsiune realizat şi folosind elemente constructive moderne : acţionare hidropneumatică, limitator simplu şi sigur în funcţionare, etanşări statice de tip diafragmă, cu zonă de rostogolire.

În final, se apreciază că prin obiectivele atinse, soluţiile prezentate au valabilitate pentru rezolvarea problemei torsiometriei îmbinărilor filetate ale materialului tubular folosit în foraj, problemă a cărei importanţă justifică în continuare preocupări permanente.

CRONICĂ

Al VI-lea simpozion de prospecţiuni geofizice şi fizica scoarţei globului

În organizarea Comitetului Naţional de Geodezie şi Geofizică şi a Institutului de geofizică aplicată, Bucureştiul a fost între 2 şi 4 iulie 1970 gazda celui de-al VI-lea Simpozion de prospecţiuni geofizice şi fizica scoarţei globului.

Temele principale ale acestei manifestări au fost susţinute de cele peste 60 de referate legate de subiecte din geofizica aplicativă, studii şi cercetări teoretice, experimente.

În secţiunea de lucru de geofizică generală şi prospecţiuni geofizice pentru minereuri, nota dominantă a fost marcată de lucrări ce s-au referit la studiile şi cercetările asupra unor obiective geologice din România ca ,,Stabilitatea magnetică a rocilor efuzive din Munţii Metaliferi'' autor D. Romanescu sau ,,Aplicarea seismicii de înaltă frecvenţă în zona cu bauxită de la Ohaba Ponor'' autor S. Spinache şi colaboratori. Alte lucrări s-au referit la ,,Noi aspecte ale semnalului biofizic'' autor V. Săhleanu şi A. Apostol, ,,Aplicarea metodelor electrometrice în probleme de telecomunicaţii'' autor S. Nicolau şi colab.

A doua secţiune de lucru a simpozionului rezervată prospecţiunilor geofizice pentru petrol a fost locul de discuţie pentru cele 27 de referate prezentate, ponderea avînd-o problemele rezultate din activitatea prospecţiunilor seismice.

Dintre referatele prezentate s-au remarcat ,,Teoria seismicii spaţiale'' autor V. Chişcan, lucrare rezultată din datele oferite de intensele lucrări de teren pentru descifrarea structurilor complicate tectonic situate în Depresiunea Carpaţilor Orientali. În premieră, ca un domeniu nou de activitate, două referate au fost în legătură cu prospecţiunile marine, şi anume : ,,Aspecte privind cercetarea platformei continentale a Mării Negre'' autor C. Burcea şi colab. şi ,,Aspecte teoretice şi practice privind generarea undelor în prospecţiunea marină'' autor V. Varodin.

Tot în domeniul prospecţiunilor seismice, al prelucrării şi interpretării datelor s-au remarcat referatele prezentate de D. Sălişteanu ,,Introducerea metodei grafurilor pentru rezolvarea problemei directe în seismica de reflecţie'', I. Pop şi A. Ceapoiu ,,Transformarea datelor seismice de timp în date de adîncime prin metoda gradienţilor medii cu ajutorul maşinilor numerice de calcul'', precum şi lucrarea aparţinînd lui M. Barbu ,,Programe de calcul ale seismogramelor sintetice din carotaje acustice şi electrice''.

Un interes deosebit a fost atras de referatul ,,Praguri şi cordiliere după date geofizice şi de foraj în fundamentul Depresiunii Precarpatice dintre Olt şi Trotuş'', autor I. Gavăţ şi colab. Lucrarea este rezultatul unor sinteze desprinse din complexul prospecţiunilor geofizice efectuate într-o reţea densă de cercetare pe întreaga zonă considerată, la care se adaugă datele forajelor de mare adîncime realizate la peste 5 000 m în perioada ultimilor ani. Determinarea şi precizarea a trei aliniamente principale de praguri şi cordiliere de orientare carpatică sînt puse în legătură cu perspectivele de petrol ale depozitelor sedimentare acoperitoare.

În legătură cu domeniul geofizicii de şantier, V. Negoiţă a prezentat ,,Metoda de determinare a rezistivităţii rocilor bazată pe o suită de trei curbe gradiente şi o curbă potenţială (DRR), iar S. J. Pirson şi A. Neguţ ,,Model preliminar de experimentări în carotajul redox al sondelor.

Ca şi la precedentul simpozion, sinteza activităţii mondiale a geofizicii a fost făcută de Al. Stănciulescu prin prezentarea referatului ,,Realizări şi probleme geofizice apărute pe plan internaţional în anii 1968 — 1969''.

Sinteza este rezultatul conspectării a peste 200 de referate şi articole de specialitate apărute în ultimii doi ani reuşindu-se a se sublinia preocupările actuale în toate domeniile geofizicii moderne.

A reţinut atenţia faptul că în prospecţiunile geofizice pentru petrol, electrometria a crescut ca interes în ultima perioadă de timp, dar interesul major îl prezintă în continuare seismica, cu pretenţii de extindere în determinări calitative pentru variaţii litologice ale depozitelor sedimentare sau în generarea undelor în medii reale.

Nivelul înalt şi conţinutul tehnico-ştiinţific al lucrărilor prezentate au fost remarcate în încheierea lucrărilor simpozionului prin concluziile prezentate de Academician Profesor Saba Ştefănescu Preşedintele şedinţelor plenare. S-a remarcat totodată că simpozionul al VI-lea a constituit un succes şi un pas înainte pentru afirmarea şi menţinerea şcolii geofizice româneşti în locuri fruntaşe ale ierarhiei mondiale contemporane.

Este prevăzut ca cel de al VII-lea Simpozion de Prospecţiuni Geofizice şi Fizica Scoarţei Globului, să aibă loc în anul 1972 preconizîndu-se transmiterea de invitaţii unor specialişti din afara ţării.

Consfătuirea petroliştilor de la Cîmpina 12 — 13 august 1970

Între 12 şi 13 august 1970, Ministerul Petrolului a organizat la Cîmpina o consfătuire, la care au participat cadrele de conducere şi specialişti din ramura industriei extractive de petrol şi gaz metan din centrale şi grupuri industriale, întreprinderi specializate, institute de cercetare şi proiectare.

Consfătuirea a fost iniţiată din necesitatea de a fi dezbătute trei probleme de mare actualitate.

1. Analiza lucrărilor de cercetare geologică pentru hidrocarburi în anul 1969 şi sem. I. 1970.
2. Utilizarea instalaţiilor de foraj.
3. Situaţia sondelor de ţiţei care nu produc.

La începutul consfătuirii au fost prezentate referate de sinteză privind activitatea Ministerului Petrolului, ceea ce a constituit o bază de discuţii pentru participanţi.

Pe parcursul celor două zile de lucru, din referatele prezentate şi discuţiile ce au avut loc, au rezultat o seamă de aspecte care relevă problemele principale ce stau în faţa fiecărui sector de activitate. Astfel, ca un rezultat al eforturilor financiare şi tehnico-materiale depuse în perioada anului 1969 şi în prima jumătate a anului 1970, în toate compartimentele care se integrează în activitatea de cercetare geologică pentru hidrocarburi, au fost obţinute o serie de rezultate care ajută în final la atingerea nivelurilor de extracţie de ţiţei şi gaze prevăzute. În acest sens, în compartimentul de cercetare ştiinţifică şi proiectare, lucrările elaborate au dus la stabilirea perspectivelor de hidrocarburi în diferite zone şi formaţiuni geologice, la perfecţionarea mijloacelor de investigare şi interpretare geofizică şi altele.

În compartimentul prospecţiunilor geologice şi geofizice, un lucru remarcabil l-a constituit începerea în anul 1969 a prospecţiunilor seismice pe Platforma continentală a Mării Negre şi încheierea lucrărilor seismice în Delta Dunării.

Cu privire la cercetările geologice prin foraje, a fost posibil ca pe baza lucrărilor efectuate să se obţină noi descoperiri de zăcăminte de ţiţei şi gaze, în toate unităţile geologice de perspectivă ale ţării. Un lucru demn de semnalat a fost detectarea prezenţei ţiţeiului la peste 4 700 m într-o sondă situată în Platforma Moesică.

Cu toate rezultatele obţinute, în activitatea desfăşurată s-au remarcat unele lipsuri şi greutăţi asupra eficienţei economice din acest sector de activitate.

Astfel, deşi în folosirea instalaţiilor s-a constatat o creştere de la an la an a coeficientului de utilizare, precum şi realizarea unui metraj sporit pe instalaţie-an activă în anul 1969 şi în semestrul I 1970, se înregistrează încă perioade de imobilizare a instalaţiilor, datorită timpului neproductiv cauzat în special de avarii şi complicaţii, precum şi viteze de foraj reduse, în comparaţie cu cele realizate pe plan mondial. De asemenea, la faza de montaj-transport-montaj se resimte, în special, lipsa unor instalaţii şi echipamente unitarizate pe blocuri.

Cu privire la situaţia sondelor de ţiţei care nu produc, deşi s-au obţinut unele realizări în direcţia intensificării ritmului de repunere în funcţiune a acestora, sînt necesare măsuri pentru reducerea duratei şi costului operaţiilor, pentru îmbunătăţirea gradului de utilizare a brigăzilor şi instalaţiilor.

Totodată, s-a relevat că se manifestă o colaborare insuficientă între schelele de producţie şi unităţile specializate, o interpretare neadecvată a noţiunii de sondă inactivă şi în consecinţă, şi o slabă urmărire a acestei categorii de sonde, ceea ce face ca numărul sondelor oprite, cu posibilităţi de producţie, să nu fie redus la minimum.

★

În cadrul celor trei probleme enunţate, consfătuirea a analizat şi dezbătut aspectele de ordin major remarcate în activitatea de cercetare geologică, foraj şi extracţie, discuţiile purtate au permis aducerea unei contribuţii efective pentru promovarea măsurilor menite să conducă la îmbunătăţirea situaţiei în toate compartimentele, la obţinerea unor indicatori economici superiori.

Douăzeci de ani de activitate de cercetare şi proiectare în institutul de cercetare şi proiectare tehnologică pentru industria extractivă de ţiţei şi gaze din Cîmpina

În ziua de 19 septembrie 1970 la ICPIETG — Cîmpina a avut loc şedinţa festivă de sărbătorire a împlinirii a douăzeci de ani de la iniţierea în România a unei activităţi sistematice de cercetare şi proiectare pentru industria extractivă de ţiţei şi gaze, în prezenţa a peste 150 de participanţi.

Tema principală a acestei manifestări a fost reflectată în referatul prezentat de Dr. ing. Gh. Aldea, Preşedintele Consiliului ştiinţific al ICPIETG intitulat „Douăzeci de ani de activitate sistematică de cercetare şi proiectare în domeniul industriei extractive de ţiţei şi gaze".

După un scurt istoric care a arătat condiţiile şi necesităţile ce au condus în 1950 la înfiinţarea primelor unităţi de cercetare şi proiectare, vorbitorul a făcut, în continuare, o trecere în revistă a principalelor realizări în cei douăzeci de ani ce s-au scurs.

În domeniul geologic şi geofizică, sectorul de cercetare ştiinţifică şi de proiectare a fost dezvoltat continuu şi a adus contribuţii directe şi eficiente la descoperirea rezervelor de hidrocarburi, la lărgirea bazei de materii prime şi combustibili. Sînt menţionate studiile geologice deosebit de valoroase din Vorlandul Carpaţilor, Depresiunea din faţa Carpaţilor Orientali, Depresiunea Getică, Depresiunea Transilvaniei şi Bazinul Panonic. Studiile paleontologice petrografice şi geochimice ca şi elaborarea hărţilor geologice au intrat în acelaşi domeniu de preocupare al cercetătorilor geologi. De asemenea, pentru geofizica de cîmp şi de şantier rezultate de ordin practic ale cercetărilor efectuate au dus la perfecţionarea prospecţiunilor gravimetrice şi electrometrice la o interpretare superioară din punct de vedere cantitativ şi calitativ a diagrafiilor geofizice de sondă.

Activitatea de cercetare şi proiectare în domeniul forajului sondelor s-a remarcat mai cu seamă prin raţionalizarea programelor de construcţie a sondelor, în sensul creşterii siguranţei şi a reducerii consumului de metal, deschiderea stratelor productive în condiţii optime de stimularea afluxului de hidrocarburi, creşterea vitezelor de foraj.

O dată cu dezvoltarea forajului la mare adîncime, cercetarea pentru acest sector de activitate a căpătat un rol important, studiile elaborate şi reţetele adoptate de operatori au contribuit la realizarea unor sonde în România cu adîncimi mai mari de 6000 m.

Pentru adoptarea în ţara noastră a unor procedee noi de foraj apărute pe plan mondial s-au întocmit studii şi s-a acordat asistenţă pentru optimizarea procesului de săpare, pentru forajul cu sape cu jet ş.a.

Preocupările în operarea sondelor au fost îndreptate spre elaborarea unor documentaţii şi instrucţiuni de lucru în îmbunătăţirea tehnologiei pompajului de adîncime şi gazliftului. S-au obţinut astfel rezultate remarcabile prin extinderea gazliftului continuu şi intermitent cu supape. De asemenea, prevenirea şi combaterea viiturilor de nisip s-a realizat cu succes prin injectarea în stratul productiv a unor cantităţi crescînde de nisip sortat rezultat din analize granulometrice.

Mai sînt menţionate în acest domeniu de activitate tratarea sondelor cu soluţii acide şi cu substanţe tensio active după reţete elaborate de institut, precum şi elaborarea unor aparate de concepţie proprie de măsură şi control pentru sondele de mare adîncime.

În domeniul de activitate al exploatării zăcămintelor preocuparea principală a institutului a constituit-o elaborarea de proiecte şi urmărirea unei extracţii raţionale pentru fiecare cîmp petrogazeifer în parte. În paralel cu îmbunătăţirea sistemelor vechi de exploatare s-au studiat şi găsit soluţii şi metode noi. Demn de relevat, ca o importantă realizare verificată în şantier, combustia subterană a demonstrat posibilităţile practice de obţinere a unor factori finali de recuperare de 3 — 4 ori mai mari decît cei obţinuţi prin metode primare.

Chimia forajului şi extracţiei ca ramură de activitate a unor cercetări ştiinţifice din institut arată progrese şi rezultate favorabile în introducerea de aditivi pentru fluidele de foraj, în special, fluidele termostabile necesare forajului la mare adîncime. Prin tratarea ţiţeiului cu dezemulsionanţi de tip neionic sintetizaţi şi elaboraţi în institut, s-au obţinut economii însemnate la preţul de cost al ţiţeiului.

În degazolinarea gazelor de sondă, elaborarea procedeului prin termoadsorbţie şi adaptarea la specificul industriei noastre constituie un alt succes al muncii de cercetare.

Pentru activitatea de proiectare de şantier realizările celor douăzeci de ani de activitate consemnează cuprinderea întregii game de probleme tehnice şi economice legate de activitatea de foraj şi extracţie, de construcţia şi echiparea sondelor.

Dintre rezultatele mai importante se menţionează proiectarea tehnologică de separare a ţiţeiului, de colectare, tratare şi transport în sistem închis. Pentru construcţia şi echiparea sondelor s-au efectuat peste 25 000 de studii şi proiecte, inclusiv pentru sondele de mare adîncime. În transportul gazelor pe conducte magistrale proiectele elaborate au adus soluţii valoroase atît cu privire la traversarea unor zone cu relief accidentat, cît şi la mecanizarea şi automatizarea exploatării conductelor.

Ca o sinteză a activităţii de proiectare s-a relevat faptul că toate instalaţiile pentru care s-au întocmit proiecte de execuţie au atins parametri prevăzuţi.

În încheierea referatului vorbitorul a prezentat principalele sarcini de viitor pentru fiecare domeniu de activitate din cercetare şi proiectare.

★

Ocazionat de sărbătorirea celor douăzeci de ani de activitate de cercetare şi proiectare din industria extractivă de petrol şi gaze au fost organizate la ICPIETG — Cîmpina două mese rotunde unde s-au discutat următoarele subiecte :

— intensificarea extracţiei de ţiţei şi gaze în condiţiile zăcămintelor din raza de activitate a Grupurilor industriale — Ploieşti şi Bucureşti ;

— optimizarea forajului.

La cele două mese rotunde au participat specialişti din grupurile industriale şi unităţile operative, cercetători şi proiectanţi din ICPIETG. Discuţiile deschise ce au avut loc au arătat pe de o parte interesul pentru stimularea unor asemenea acţiuni, iar pe de altă parte evidenţierea unor probleme care nu şi-au găsit încă rezolvare în fiecare domeniu de activitate. Participanţii au făcut cu acest prilej unele propuneri ce pot fi luate în considerare de executanţii sau beneficiarii lucrărilor.

TOMA HĂNCIULESCU

La 10 octombrie 1970 a încetat din viaţă inginerul TOMA HĂNCIULESCU.

Născut în anul 1900, în Bucureşti, după ce a urmat ca bursier cursul liceal, a absolvit Şcoala politehnică din Bucureşti, secţia Mine şi Metalurgie, obţinînd diploma de inginer în anul 1922.

Din acel an desfăşoară o activitate neîntreruptă timp de 48 de ani în industria de petrol, pînă în ultimul moment al vieţii sale.

Începîndu-şi cariera ca inginer practicant, prin merite personale a urcat treptele pînă la postul de director general al unităţii în care a debutat, afirmîndu-se ca specialist în problemele economice ale industriei de petrol.

În anul 1948 i se încredinţează conducerea planificării industriei petroliere, elaborînd cu un colectiv de ingineri, primul plan cincinal.

Ca şef al Serviciului plan şi perspectivă din Ministerul Petrolului a cooperat la elaborarea în continuare a planului şesenal şi a proiectului planului de perspectivă.

Concomitent cu această activitate profesională, el activează ca specialist în Comisia de redresare economică a ţării, subcomisia Petrol, colaborînd la toate activităţile economice importante, în perioada 1949—1968.

Totodată, este solicitat să elaboreze lucrări metodologice pentru colaborarea cu alte ţări în domeniul petrolului.

Paralel cu cele arătate, inginerul Toma Hănciulescu dezvoltă şi o importantă activitate ştiinţifică. Timp de 12 ani (1949—1962) a fost Conferenţiar Universitar la catedra de Organizare şi planificare în industria de petrol, pregătind cu competenţă tot atîtea generaţii de tineri ingineri economişti în domeniul petrolului.

El difuzează cunoştinţele sale la un înalt nivel tehnic-ştiinţific, în cadrul organizaţiei inginerilor şi sindicatului Ministerului Petrolului.

Deşi se pensionează în anul 1960, inginerul Toma Hănciulescu continuă să activeze cu aceeaşi asiduitate ca inginer principal, specialist în probleme economice, la Direcţia Livrări Complete din Ministerul Petrolului, unde a lucrat pînă în ultima clipă a vieţii sale.

În anul 1968 este trimis în Algeria ca expert în probleme de economie a petrolului.

În ultimii ani s-a preocupat în mod deosebit de problemele eficienţei economice a investiţiilor în industria petrolului. Face comunicări ştiinţifice la referatele Academiei R.S. România şi participă la sesiunile şi consfătuirile ştiinţifice de Statistică.

Activitatea sa ştiinţifică a fost materializată prin publicarea de cărţi, cursuri universitare şi numeroase articole referitoare la problemele de calcul economic cibernetică. Articolele sale au apărut în revistele : Petrol şi Gaze, Probleme Economice, Tehnica Nouă, Viaţa Economică, şi Meridiane, unele fiind reproduse şi în străinătate.

El publică : „Curs de organizare şi planificare în industria petrolieră", „Eficienţa investiţiilor cu aplicaţie la industria petrolieră", „Dezvoltarea economică a R. P. Române pe drumul construirii socialismului", precum şi numeroase alte lucrări referitoare la probleme economice ale industriei petroliere.

Pentru meritele sale deosebite în dezvoltarea industriei petrolului, ing. Toma Hănciulescu a fost distins cu Medalia Muncii şi Ordinul Muncii.

Se poate spune că ing. Toma Hănciulescu a avut o pregătire profesională superioară, fiind înzestrat cu o mare putere de discernămînt şi spirit organizatoric, un economist de frunte al industriei noastre de petrol, care a pus la noi în ţară bazele cercetării economice în acest domeniu.

Ca om în societate, inginerul Toma Hănciulescu era deosebit de binevoitor, fiind la dispoziţia tuturor celor care îi solicitau lămuriri. Dorinţa sa cea mai mare a fost să transmită generaţiilor următoare şi, în special, tineretului studios, cunoştinţele şi experienţa sa de o viaţă.

A fost un îndrăgostit al muzicii. Înzestrat cu o voce plăcută de bas-bariton el a făcut parte din coruri renumite, încercînd şi unele compoziţii proprii. Puţini au ştiut că el era absolvent prin corespondenţă al cursului de Armonie şi Contrapunct, de la Conservatorul din Paris.

Toţi cei care l-au cunoscut, l-au apreciat, l-au admirat şi l-au stimat, îi păstrează recunoştinţă şi memorie neştearsă.

DOCUMENTARE

*** **Evaluarea zăcămintelor de la Ekofisk.** În : Petroleum Press Service, **XXXVII,** nr.8, p.299

Pe baza informaţiilor preliminare, se estimează că zăcămîntul de la Ekofisk face parte din cele 15 zăcăminte mari din lume şi cel mai mare din Europa Occidentală. Producţia a două puţuri, un al treilea este în curs de a fi probat şi al patrulea se forează în prezent, indică rezerve recuperabile de cel puţin 1000 mil. barile, care ar putea asigura o producţie de 150 000 barile/zi pe o perioadă de 20 de ani.Cele două puţuri produc 8 000 — 12 000 barile/zi.

Programul de producţie a fost stabilit după o consultare prealabilă cu guvernul norvegian.

La început producţia va fi preluată de un tanc petrolier din vasele de depozitare de la suprafaţa mării ; în viitor se prevede pozarea unei conducte de îndată ce producţia va atinge 100 000 b/zi, în anii 1972/1973. Alegerea traseului acestei conducte se va face după terminarea studiilor întreprinse în toate ţările din jurul Mării Nordului şi după rezolvarea problemelor tehnice puse de construirea unei conducte submarine de cel puţin 200 mile lungime. Ekofist este situat la egală distanţă de Anglia şi de Norvegia şi puţin mai departe de Danemarca, de Republica Federală a Germaniei şi de Olanda. Adîncimile mari în apropierea coastei norvegiene vor duce probabil la construirea unei conducte pentru transportul în Anglia a gazelor naturale de la Ekofisk şi zăcămîntul Cod, situat în vecinătate, deoarece se prevede o producţie de gaze naturale de cel puţin 300 picioare cubice/zi.

În Marea Nordului s-a descoperit un nou zăcămînt de gaze naturale, la 13 mile depărtare de zăcămîntul de la Viking, în largul coastei, în apropiere de Norfolk, care a dat în timpul probelor 34 mil. picioare cubice/zi.

Alehin, L. G. : **RELAŢIA ÎNTRE VITEZA DE FORAJ ŞI COSTUL PE METRU SĂPAT PE ORA DE LUCRU A INSTALAŢIEI DE FORAJ.** În : Burenie, nr. 7, iul. 1970 p. 22

Plecînd de la calculele de deviz şi datele efective se scoate în evidenţă creşterea costului orei de funcţionare a instalaţiei de foraj o dată cu creşterea vitezei de foraj.

În formulele stabilite se arată că mărirea costului orei de funcţionare şi reducerea costului metrului de avansare nu sînt direct proporţionale cu creşterea vitezei de foraj.

În legătură cu mărirea costului orei de funcţionare o dată cu creşterea vitezei de lucru, se confirmă justeţea metodologiei actuale pentru determinarea eficienţei economice şi totodată se arată că datorită noii tehnici de foraj sau a tehnologiei moderne de lucru, s-au obţinut reducerea duratei de foraj.

Rezultatele analizei costului metrului de avansare, arată că factorul de viteză aplicat de întreprinderile de foraj,conform instrucţiunii nr.11 a Băncii de Construcţii a U.R.S.S., nu corespunde calculelor de deviz a costului metrului de avan-

sare şi nici cu datele efective. Formula empirică propusă de autor pentru determinarea costului metrului de avansare în funcţie de viteza de lucru dă o abatere minimă faţă de rezultatele calculelor de deviz directe.

Kalustov, G. D., Egorov, V. I.: **Precizare la metodologia de calcul a necesarului de instalaţii de foraj.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 7, iul. 1970, p. 10

Plecînd de la un exemplu concret se arată că utilizarea formulei recomandate de SUSN (indicator de norme complexe de deviz) pentru calculul numărului de instalaţii de foraj, necesare pentru realizarea volumului de foraj stabilit prin plan, poate duce la o greşeală principală importantă. Cauza rezidă în incomensurabilitatea unora din termenii formulei.

Pentru precizarea formulei se propune recalcularea coeficienţilor de circulaţie planificaţi pentru instalaţiile de foraj după formula:

$$K = \frac{T_{tt}}{T_f}$$

în care:

T_{tt} este timpul total (cît instalaţia este în patrimoniul întreprinderii de foraj);

T_f — timpul de foraj.

Această formulă serveşte pentru determinarea necesarului de instalaţii pentru realizarea planului de foraj al unei întreprinderi.

Gealil-Zade, G. N.: **Relativ la problema creşterii eficienţei dislocării rocilor cu sapele cu conuri.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 8 aug. 1970, p. 14

Se analizează problema măririi eficienţei dislocării rocilor cu sapele cu conuri prin modificarea construcţiei lor.

Se arată că, lucrînd cu sapele obişnuite, după un anumit timp, talpa ajunge să capete o formă staţionară cu rezistenţă maximă şi că, printr-o amplasare întîmplătoare a dinţilor pe con, ea se poate opune echilibrării forţelor de rezistenţă a rocilor şi de acţionare a dinţilor, realizînd astfel condiţii favorabile pentru săparea rocilor.

Se prezintă metodologia de lucru pentru amplasarea întîmplătoare a dinţilor sapei pe conuri; se expun rezultatele experimentale privind noile sape de foraj.

Momsumov, A. A. ş. a.: **Prevederea complicaţiilor în cursul forajului sondelor.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 8 aug. 1970, p. 12

Se prezintă rezultatele prevederii variaţiei timpului T de foraj în raport cu adîncimea h, timp după scurgerea căruia apar complicaţii în gaura netubată a sondei.

Precum arată rezultatele calculelor pentru stabilirea prognozei timpului $T = f(h)$ este suficient să existe date statistice de la forajul a cel puţin patru sonde.

Panov, B. D., Naiuk, I. V. **Cercetări privind capacitatea de penetraţie a performatoarelor cu jet.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 7, iul 1970, p. 33

În articol se prezintă rezultatele cercetărilor pentru determinarea capacităţii de penetraţie a perforatoarelor cu jet. Experienţele s-au efectuat în sonde cu ajutorul unui aparat de fund special construit, la care drept obstacol serveşte „o ţintă" care imită atît tubajul sondei cu una sau mai multe coloane, cît şi proba de rocă.

S-au cercetat încărcăturile cu jet de diferite tipuri, utilizate pentru perforarea sondelor adînci. Astfel, s-a stabilit relaţia între lungimea canalului perforat şi presiunea hidrostatică în sondă, tipul încărcăturii, poziţia perforatorului în raport cu pereţii coloanei şi tăria rocii colectoare. În afară de aceasta se dau diametrele orificiului de intrare a jetului cumulativ în prima coloană şi la pătrunderea în rocă. Se arată dimensiunile şi forma canalelor realizate în diferite obstacole-ţinte.

Seidov, G. N., Rageabov, N. A.: **Clasificarea şi alegerea parametrilor constructivi ai meselor rotative.** În: Za tehniceskii progress, **X**, nr. 8, aug. 1970, p. 27

Se scoate în evidenţă legea de variaţie a şirului de parametri constructivi ai meselor rotative pentru forajul sondelor stabilindu-se totodată frecvenţa tipo-dimensiunilor în seria dată.

În urma rezultatelor cercetării efectuate în scopul asigurării completării ansamblurilor tuturor tipurilor de instalaţii destinate efectuării diferitelor feluri de lucrări pentru petrol (foraj, punere în producţie, reparaţii capitale ş. a.), s-a ales frecvenţa optimă a seriei pentru parametrii principali ai meselor de foraj: deschiderea mesei şi eforturile statice admisibile, precum şi alţi parametri necesari pentru realizarea noilor construcţii de mese cu indicatori tehnici şi economici ridicaţi corespunzători cerinţelor tehnicii de petrol moderne.

Gujev, A. I. **Cercetări privind conţinutul de gaze în conductele orizontale la mişcarea în ele a amestecurilor de petrol şi gaze.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **48**, nr. 7, iul. 1970, p. 50

Se prezintă rezultatele cercetărilor efectuate pentru determinarea conţinutului de gaze la mişcarea amestecurilor de petrol şi gaze cu presiunea pînă la 50 bari, în tuburi de 50, 100, 150, 200 şi 300 mm diametru.

Valoarea conţinutului de gaze s-a determinat cu ajutorul indicatorului radiometric. Cercetările au arătat caracterul diferit de variaţie a conţinutului de gaze în curentul de petrol şi gaze şi în cel de apă şi aer.

În urma cercetărilor efectuate s-a stabilit o formulă pentru calculul valorii conţinutului de gaze în cazul structurii dop a curgerii amestecului de gaze şi petrol în conductele orizontale.

Musaev, F. A.: **Nomograma pentru determinarea eficienţei trecerii sondelor de la exploatarea cu pompe de extracţie tip TB la pompele de extracţie tip P.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 8, aug. 1970, p. 20

În lucrare se propune o metodă pentru determinarea eficienţei trecerii sondelor de la pompajul de adîncime cu pompe de extracţie tip TB la pompajul cu pompe de extracţie tip P.

Factorii principali care impun schimbarea sînt:

Caracterul intervenţiilor efectuate, economia de timp prin reducerea duratei de înlocuire a pompei TB cu pompa P şi producţia suplimentară de petrol rezultată de pe urma unei astfel de schimbări.

Metoda de lucru elaborată pentru calculul eficienţei economice de trecere de la un tip de pompă de extracţie la altul se poate aplica la oricare regiune petroliferă.

Valeamov, R. G. ş. a.: **Orientările principale în perfecţionarea construcţiei packerelor.** În: Burenie, nr. 7, iul. 1970, p. 19

Se enumeră caracteristicile constructive ale packerelor.

Construcţiile existente de packere prezintă o serie de lipsuri, şi anume: lungimea mare a elementului de cauciuc, lipsa fixatorilor care ţin armat subansamblul de blocare în poziţia de transport la introducerea în sondă a sculei, lipsa limitatorului, a elementului de etanşare de sus şi de jos şi altele.

Se arată orientările principale pentru perfecţionarea construcţiei packerelor.

O mare atenţie este acordată problemei perfecţionării subansamblului de etanşare a packerelor cu acţiune multiplă.

Cerinţele principale, la care trebuie să răspundă acest subansamblu sînt următorele: asigurarea condiţiilor normale de introducere şi extragere a packerului, realizarea unei separări sigure a obiectivelor în gaura de sondă, îmbunătăţirea calităţii şi mărirea duratelor de serviciu a elementului de cauciuc.

Frolov, E. P. **Mecanismul formării găurilor cheie, factorii principali care le determină.** În : Burenie, nr. 7, iul. 1970, p. 3

Se descriu condiţiile care conduc la formarea găurilor cheie în timpul unei sonde. Printre astfel de condiţii se enumeră : abaterea de la verticală a axului sondei, anumite proprietăţi mecanice ale rocilor traversate, prezenţa cavernelor, proprietăţile fluidului de foraj.

Se propun diferite metode pentru dislocarea rocilor în zonele cu inflexiuni brusce a găurii : lărgirea găurii sondei prin intercalarea lărgitorului la o anumită distanţă de sapă, utilizarea lărgitoarelor speciale şi folosirea torpilelor flexibile. Pentru a evita formarea cavernelor se recomandă utilizarea amortizoarelor aşezate deasupra sapei şi mărirea rigidităţii părţii de jos grele a garniturii de foraj.

Chersky, N. şi Makogon, Y. : **Rezervele mondiale de gaze solidificate sînt enorme.** În : Oil Gas Intern. **10**, nr. 8, aug. 1970, p. 82

Un grup de oameni de ştiinţă sovietici au ajuns la concluzia că, pe lîngă rezervele obişnuite de gaze aflate în scoarţa terestră în stare gazoasă, există şi depozite uriaşe de gaze solidificate sub formă de hidraţi. Aceste depozite se găsesc în regiunile cu temperatură joasă, în partea superioară a scoarţei, în Siberia de vest şi în Iacuţia, iar distribuţia lor corespunde aproximativ cu zonele permafrost. Cercetarea condiţiilor geologice şi termodinamice din aceste zone, la care se adaugă experienţa autorilor în exploatarea sondelor de gaze, a arătat că depozitele de hidraţi de gaze din aceste zone pot atinge grosimea de 1 800—2 450 m.

Institutul de petrol-Gubin şi alte institute ale Academiei de ştiinţe din U.R.S.S. au făcut numeroase cercetări pentru a determina condiţiile necesare în care pot exista depozitele de hidraţi. S-a stabilit astfel că, la formarea hidraţilor în medii poroase, volumul apei interstiţiale care se transformă în hidraţi depinde, în primul rînd, de temperatură şi de presiunea fazei de tranziţie, de mineralizaţia apei şi de energia forţelor capilare. Rezervele acestor depozite de hidraţi întrec de mai multe ori rezervele depozitelor de gaze obişnuite, deoarece 1 m^3 de hidraţi conţine pînă la 200 m^3 gaze. În U.R.S.S., aceste rezerve au fost estimate la 15 mrd. m^3 de gaze. Rezultatele acestor cercetări au servit la elaborarea şi la precizarea următoarelor metode de extracţie :

— reducerea presiunii în strat pînă la valoarea la care are loc descompunerea hidraţilor, la temperatura stratului ;

— încălzirea parţială sau totală a stratului pînă la temperatura la care hidraţii se descompun la presiunea stratului ;

— introducerea în strat a unor agenţi catalizatori care favorizează descompunerea hidraţilor.

Prima metodă de extracţie este cea mai simplă, dacă stratul are o bună permeabilitate. Încălzirea stratului cu apă caldă, cu abur sau cu gaze calde, este indicată în cazurile în care excesul de gaze eliberate poate fi extras imediat. Metoda poate fi intens aplicată prin utilizarea marilor rezerve de ape termale din Siberia de vest. Cea mai bună metodă — după opinia autorilor — este combinarea reducerii presiunii sau creşterea temperaturii, cu utilizarea catalizatorilor. Această metodă combinată a fost aplicată în regiunea Messayakhi din Taimir, care alimentează cu gaze oraşul industrial Norilsk.

* * * **Depozitarea în Anglia a gazelor naturale şi a gazelor de petrol lichefiate.** În : Petroleum Press Service, **XXXVII**, nr. 8, p. 306

Gazele naturale lichefiate au jucat un rol important în industria de gaze a Angliei, încă din luna octombrie 1964, cînd tancurile de transportat gaze naturale au început să livreze 100 mil. picioare cubice/zi, gaze naturale din Algeria la Canvey Island, inaugurînd prima reţea de export de gaze naturale lichefiate din lume. După descoperirea în 1965 a gazelor naturale din Marea Nordului, gazele naturale lichefiate sînt utilizate în Anglia într-o măsură din ce în ce mai mare pentru a satisface cererile de vîrf şi pentru a realiza o siguranţă mai mare de aprovizionare, în special la capătul conductelor de gaze naturale de mare lungime, care deservesc regiuni îndepărtate. Aceasta a avut drept consecinţă o creştere a capacităţii de depozitare necesare, cum şi o mărire a instalaţiilor de lichefiere a gazelor naturale ; se estimează în prezent că spre mijlocul acestui deceniu vor fi necesare peste 300 000 t capacitate de depozitare suplimentare, deci mai mult decît dublul a ceea ce este în prezent în funcţiune sau în construcţie. Staţia terminală de la Canvey Island, în Essex, poate depozita 110 000 t gaze naturale lichefiate în opt rezervoare, cu pereţi dubli, aşezate pe sol şi în patru rezervoare subterane refrigerate.

Capacitatea de evaporare (producţia de gaze naturale) este în prezent de 360 mil. picioare cubice/zi ; sînt prevăzute instalaţii suplimentare care să asigure o producţie de vîrf de 500 mil. picioare cubice/zi. Această staţie terminală menţine în cea mai mare parte a anului debitul la un nivel de 80—90 mil. picioare cubice/zi, avînd 80 000 t gaze naturale lichefiate rezervă la sfîrşitul lunii noiembrie pentru a satisface orice consum de vîrf în timpul iernii.

O nouă capacitate de stocare de 5 000 t a fost comandată anul trecut la Ambergate, Derbyshire, pentru a depozita gazele naturale lichefiate transportate pe o lungime de 180 mile, cu camioane-cisterne, de la Canvey-Island. Capacitatea de evaporare a acestei staţii este de 72 mil. picioare cubice/zi şi producţia maximă poate fi menţinută timp de trei zile şi jumătate în cursul perioadelor de vîrf.

În prezent se construieşte la Glenmavis, în Lankarshire, punctul cel mai de nord al reţelei de transport al lui Gas Council, o instalaţie care urmează să fie terminată în cel de-al doilea trimestru al anului 1971. Gazele naturale din Marea Nordului vor alimenta o uzină de lichefiere, cu o capacitate de 5 mil. picioare cubice pe zi, care vor fi depozitate într-un rezervor de 20 000 t, constituind cea mai mare realizare cryogenică din Anglia.

În prezent există în Anglia numeroase depozite de gaze de petrol lichefiate, cum şi reţele de conducte între rafinării, şi instalaţiile care folosesc gazele de petrol. Capacitatea totală de depozitare în Anglia a gazelor de petrol lichefiate disponibilă în prezent pentru folosirea acestor gaze în industrie este de 48 000 t şi se prevede instalarea a noi rezervoare refrigerate pentru încă 54 000 t.

* * * **Conducte de gaz în regiunea arctică a Canadei.** În : Petroleum Press Service, **XXXVII**, nr. 8, p. 299

Societatea Alberta Gas Trunk Line s-a alăturat proiectului pentru construirea unei conducte de transport a gazelor naturale din North Slop-ul Alaskei, care să străbată Canada, ajungînd pînă la pieţele de desfacere din Statele Unite, iar Trans-Canada a anunţat că va lua parte la un proiect asemănător a cărui realizare va costa 12 mil. dolari. Dimensiunile şi costul lucrărilor arată că se va construi o singură conductă de gaze naturale în timp de cîţiva ani, data punerii în funcţiune depinzînd de stabilitatea unei producţii de petrol continue la Prudhoe Bay, care la rîndul său va depinde de construirea unei conducte de transport al ţiţeiului.

Propunerea Societăţii Alberta Gas Trunk Line constă în proiectarea unei conducte de 1 550 mile lungime, care urmează să fie construită în trei secţiuni pînă la anul 1974. Prima secţiune va fi o extindere de 350 mile a reţelei existente, care porneşte de la Kaybob spre Nord, pînă la frontiera dintre Statul Alberta şi teritoriile de nord-vest, a cărei construcţie este prevăzută să înceapă în toamna anului 1971. Secţiunea următoare se va întinde pe 900 mile lungime, în lungul văii rîului Mackensie şi în vest, străbătînd yukonul pînă la frontiera cu Alaska. Ultima secţiune de 300 mile, străbătînd Alaska pînă la Prudhoe Bay va fi construită, ca şi cea de-a doua, începînd din vara anului 1972.

Capacitatea iniţială prevăzută a acestei conducte este de 1 500 mil. picioare cubice/zi, urmînd să fie mai tîrziu extinsă la 300 mil. picioare cubice/zi ; costul lucrărilor pentru pozarea acestei conducte este estimat la 1 500—2 000 mil. dolari. Avantajele acestui proiect constau în terminarea lucrărilor la o dată apropiată, cum şi faptul că gazele naturale vor fi aduse prin reţeaua de conducte de gaze existentă din Statul Alberta pînă la frontiera cu Statele Unite, de unde vor fi puse la dispoziţia consumatorilor din vestul de mijloc şi de pe coasta de vest.

Proiectul propus de Societatea Trans-Canada nu este într-un stadiu atît de avansat, dar prezintă marele avantaj de a fi susţinut de principalii producători din Alaska, cum şi de distribuitorii de gaze din Statele Unite. Studii preliminare comune în valoare de 12 mil. dolari asupra posibilităţii de construire a unei conducte de 2 500 mile lungime au fost anunţate de grupul Northwest Proyect Study, format recent din şase societăţi.

Construirea conductei urmează să pornească din North-Slop-ul Alaskei pînă la frontiera americană-canadiană, lîngă localitatea Emerson, Manitoba, trecînd prin teritoriile de nord-vest şi prin trei provincii din preerie, ocolind astfel marile zăcăminte de gaze din Alberta. Costul lucrărilor ar fi de cel puţin 2 500 mil. dolari.

Au fost deja întreprinse studii preliminare de către şase societăţi participante şi o instalaţie de încercare în regiunea arcticii va fi construită lîngă Fort Good Hope.

Dacă acestea vor confirma o aprovizionare suficientă cu gaze naturale din regiunea arctică şi rentabilitatea acestei conducte, ea va putea intra în funcţiune în anul 1976.

***** O nouă rafinărie în Franţa.** În : Petrole Informations nr. 1160, septembrie 1970

În luna august a. c. a intrat în funcţiune rafinăria de la Hauconcourt, situată în Lorena, la 12 km la nord de Metz. Această rafinărie are o capacitate de tratare a ţiţeiului de peste 4 000 000 t/an şi va aproviziona cu păcură industria siderurgică din Lorena.

Alimentarea cu ţiţei este asigurată prin construirea unei conducte de 143 km lungime, racordată la reţeaua sud europeană printr-un branşament situat în Alsacia, la nord de Strasbourg. În punctul de branşament la Oberhoffen pe Moder s-a construit o staţie de stocare cu o capacitate iniţială de 150 000 m³. Ţiţeiul prelucrat în această rafinărie provine din Africa şi Orientul Mijlociu. Rafinăria poate produce următoarele produse finite : gaze lichefiate, benzine, carburanţi pentru reactoare, motorină şi păcură pentru încălzirea locuinţelor, păcuri uşoare şi grele, astfel :

— o unitate de distilare atmosferică care produce benzina totală, kerosen, motorină, distilate, reziduuri ;

— o unitate de distilare sub vid care produce materia primă pentru fabricarea asfaltului ;

— o unitate de tratare cu hidrogen a benzinei totale care cuprinde şi o secţie de stabilizare şi de fracţionare ;

— o unitate de reforming catalitic pentru fabricarea materiilor de bază pentru carburanţii cu cifră octanică ridicată ;

— o unitate de desulfurare cu hidrogen a benzenului şi a motorinelor ;

— o unitate de producere a sulfului prin recuperarea sulfului conţinut în gaze ;

— o unitate de tratare şi fracţionare a gazelor lichefiate, pentru producerea propanului şi butanului comerciabile. Rafinăria este prevăzută cu o centrală termoelectrică care asigură aerul, electricitatea, aerul comprimat, apa tratată, apa de răcire, apa de încălzire etc.

Conducerea ansamblului unităţilor se efectuează automatizat, de la o sală de control.

Cu un ordonator IBM 1800 se asigură supravegherea operaţiilor şi se efectuează bilanţuri şi calcule de valorificare şi optimizare.

Staţia de depozitare este prevăzută cu patru rezervoare identice pentru stocarea ţiţeiului cu o capacitate globală de 120 000 m³ şi cu patru sfere pentru stocarea gazelor lichefiate cu o capacitate globală de 5200 m³. Capacitatea de stocare a produselor finite este de circa 400 000 m³.

Au fost luate măsurile necesare pentru evitarea poluării aerului.

Astfel gazele cu conţinut ridicat de sulf sînt desulfurate înainte de a fi utilizate ca combustibil. Înălţimea mare a coşului de fum face posibilă o dispersare satisfăcătoare a fumului. În afară de aceasta atmosfera înconjurătoare va fi controlată cu aparatură specială, montată încă de anul trecut.

***** O nouă rafinărie modernă în Portugalia.** În : Oil Gas Intern. **10**, nr. 8, aug. 1970, p. 32

Societatea SACOR a construit şi a pus în funcţiune la Porto, în Portugalia, una dintre cele mai moderne rafinării din Europa, pentru capacitatea de prelucrare de 45 000 barile/zi (7 200 m³). Rafinăria se compune din două secţiuni mari care operează independent, una pentru fabricarea combustibililor şi a doua pentru fabricarea uleiurilor, a parafinei, a unsorilor şi a asfaltului. Secţiunea pentru combustibili cuprinde instalaţiile de : distilare, cracare termică, reducerea viscozităţii, desulfurarea motorinei, hidratarea benzinei grele, reformarea catalitică, recuperarea GPL, desulfurarea gazelor, recuperarea sulfului şi amestecarea combustibililor.

Secţiunea pentru uleiuri cuprinde instalaţiile de : distilare atmosferică şi în vid, dezasfaltare cu propan, extracţie cu furfurol, deparafinare cu MEK-toluol, hidrorafinare, percolarrea şi formarea parafinei, prepararea unsorilor, amestecarea uleiurilor şi fabricarea asfaltului suflat.

Rafinăria prelucrează în prima secţiune ţiţeiuri din Orientul Mijlociu şi din Africa de nord, în amestec cu 50 %, şi produce : gaze pentru consum local, GPL, trei sorturi de benzină auto, petrol lampant, motorină, combustibil greu (0,970) pentru încălzire şi sulf.

În secţiunea a doua, care prelucrează numai ţiţei din Orientul Mijlociu, se obţin : opt tipuri diferite de uleiuri lubrifiante, parafină, unsori consistente şi un combustibil greu pentru consumul rafinăriei.

Ambele secţiuni au cîte o sală de control centralizat, cu aparatură electronică modernă pentru conducerea proceselor. O altă sală, aşezată lîngă staţia de pompe, comandă operaţiile de transfer şi controlează situaţia rezervoarelor. Acestea totalizează 5 mil. barile (800 000 m³), dintre care 2 mil. barile (320 000 m³) sînt construite cu capac flotant pentru depozitarea ţiţeiului, iar restul, inclusiv cele intermediare, pentru depozitarea produselor. Rafinăria este dotată cu trei turbogeneratoare de cîte 10 000 kVA, care furnizează energia necesară. Apa proaspătă este adusă pe conductă dintr-un rîu de munte, iar pentru tratarea apelor reziduale evacuate în ocean, s-a adoptat procedeul Lurgi. Contra poluării atmosferei, s-au construit patru coşuri de beton, de 100 m înălţime, în care se evacuează gazele de ardere. De asemenea, s-au luat măsuri pentru reducerea zgomotelor produse de maşini şi de pompe şi s-a acoperit vederea instalaţiilor prin ecrane de arbori. Numeroasele produse sînt expediate pe apă din portul apropiat, Leixoes, sau pe uscat, în staţii cu puncte de încărcare a cisternelor şi a camioanelor. Rafinăria, care a costat circa 100 mil. $, a fost proiectată şi construită de Foster Wheeler şi Hydrocarbon Research Inc.

***** Aparat pentru detectarea electronică a poluării atmosferei.** În Pétrole Informations, nr. 1155, iun. 1970

Societatea Phillips, în colaborare cu guvernul olandez, a pus la punct un aparat care poate detecta, cu ajutorul unor captatori, procentul de poluare atmosferică şi care poate interveni imediat asupra cauzelor acestor perturbări. Aceste dispozitive au o reţea de detectori asociată cu sisteme de transmitere. Valorile concentraţiilor de anhidridă sulfurică, gazul cel mai nociv, sînt măsurate şi înregistrate sau, în cazul spaţiilor mari, sînt tratate într-o unitate centrală de calculatoare care asigură tratarea în timp util a acestor informaţii.

În fiecare oră sînt efectuate în mod automat prelevări şi concentraţiile medii calculate, în fiecare punct al regiunii supravegheate sînt repartizate în mod statistic în vederea unei evaluări globale.

Aceste dispozitive, completate cu sisteme de alarmă, permit un control simplu al funcţionării corecte a instalaţiilor de încălzire, principala sursă de poluare a atmosferei în centrele aglomerate.

***** Protecţia utilajului petrolier.** În : Petrole informations nr. 1160, sept. 1970

Răşinile sub formă de pulberi „Scochkote" sînt folosite pentru protecţia suprafeţelor metalice în industriile chimice şi petrochimice — canalizări, vane de comandă etc.

Principalele avantaje pe care le prezintă folosirea acestor pulberi sînt :

— adeziune ridicată pe suprafaţa care urmează să fie protejată (200 — 250 kg/cm²) ;

— rezistenţă mare la şocurile mecanice ;

— pot lucra în regim de temperaturi de 130°C cu vîrfuri de 180°C;

— rezistenţă la abraziune;

— rezistenţă mare la agenţii chimici şi atmosferici;

În plus prezintă avantajul că nu este necesar să fie amestecate cu un alt produs şi că pulberea care a nu a fost depusă pe piesă poate fi recuperată.

Aplicarea acestor răşini pe suprafaţa piesei se poate face fie prin cufundarea într-o baie fluidizată, fie prin pulverizare, fie prin proiecţie electrostatică.

Dat fiind că sînt produse într-o mare gamă de culori — verde, albastru, gri, caramel, negru, roşu, galben, orange şi alb — pot fi folosite acolo unde alegerea unei culori determină o caracterizare funcţională a piesei.

Un alt material de acoperire recent pus în comerţ este răşina epoxi lichidă „Setchkote 302" care polimerizează la temperatura ambiantă. Prin aplicarea ei pe suprafaţa pieselor se obţine o protecţie eficace contra ruginii, a coroziunii şi a deteriorării, fie că aceste piese sînt îngropate în pămînt, cufundate în apă sau în aer liber.

Pot fi protejate în acest fel piese din metale, din lemn, sau din alte materiale.

Răşina „Scochkote 302" poate fi aplicată cu pensula, cu ruloul sau prin pulverizare. O caracteristică importantă a acestei răşini este că se poate aplica în straturi de 18 — 25 sutimi de milimetru într-o singură aplicaţie. În afară de aceasta, dat fiind că răşina polimerizează la temperatura ambiantă, stratul protector poate fi aplicat direct pe şantier fără a mai fi nevoie de dispozitive de încălzire.

Puterea de acoperire a unui kilogram de răşină este de 3 m² de film protector de 25 sutimi de milimetru grosime sau de 4 m² de 18 sutimi de milimetri grosime. Stratul este complet polimerizat în 48 — 72 ore (după 3 ore nu mai reţine praful din atmosferă).

* * * **Acoperiri pentru protejarea suprafeţelor depuse prin pulverizarea electrostatică.** În: Pétrole informations, nr. 1160, sept. 1970

Metoda pulverizării electrostatice permite protejarea suprafeţelor prin acoperirea acestora cu un strat de pulberi de răşini epoxidice, poliesteri etc. fără a fi nevoie de un strat de fond prealabile, ceea ce elimină porii.

Folosind această metodă, pulberea de răşini se depune uniform pe suprafaţa care se acoperă, datorită cîmpului electrostatic dintre pistol şi obiect care este pus la pămînt. Fiecare particulă de pulbere păstrează după tratament sarcina sa electrică şi deci conservă o foarte bună aderenţă. Această proprietate permite acoperirea la temperatură obişnuită a obiectelor cu capacitate calorică redusă, cu table subţiri. Dacă acoperirea trebuie să fie parţială, pulberea depusă în plus se elimină înainte de coacere, cu o pensulă sau un aspirator. Bineînţeles, suprafeţele tratate trebuie să fie degresate cu percloretilenă sau jet de nisip. Pulverizarea se face manual sau mecanic, într-o cabină închisă. Pulberea care nu s-a depus pe suprafaţa tratată este aspirată şi recuperată de către o instalaţie specială.

Prin pulverizare electrostatică se pot depune straturi de 50 — 200 μm grosime. Pulberea care nu se depune poate fi recuperată şi reutilizată în întregime. Faptul că pulberea nu conţine solvent micşorează foarte mult pericolul de explozie. Pentru o deplină securitate în funcţionare este suficient ca toate organele instalaţiei să fie etanşe la praf.

Se constată că, la scară industrială, pulverizarea electrostatică este mai economică decît acoperirea cu lacuri. S-a efectuat un studiu comparativ, stabilindu-se costul acoperirii unui m² de tablă cu PVC, cu pulbere de epoxi sau cu lacuri pe bază de solvenţi. Faptul că pulverizarea electrostatică a pulberilor epoxi este cel mai economic procedeu de acoperire a suprafeţelor se datoreşte pierderilor minime de pulberi prelucrate, posibilităţilor de recuperare etc.

Pentru acoperirile cu grosime mai mare, economia de material creşte. Prin acest procedeu se poate obţine un strat de 120 μm într-o singură operaţie pe cînd prin acoperire cu lacuri erau necesare trei.

Suprafeţele protejate printr-un astfel de tratament pot fi apoi fritate sau durcisate.

* * * **Vopsirea interioară a conductelor.** În: Pétrole informations, nr. 1160, sept. 1970

Vopsirea interioară a conductelor de oţel de mare lungime se practică de circa 15 ani.

Pentru o bună funcţionare a acestor conducte se caută să se obţină:

— o reducere a rugozităţii interne pentru a reduce pierderile de sarcină şi riscurile de murdărire prin aderarea unor componente ale fluidului transportat;

— o curăţire definitivă a conductei pentru a nu se introduce rugină în fluidul transportat;

— o protecţie eficace contra coroziunii datorită fluidului transportat: pentru aceasta vopsirea trebuie să fie în strat continuu, inclusiv îmbinările.

Vopsirea interioară a conductelor se face înainte ca instalaţia să fie dată în exploatare; ea se poate efectua chiar într-o conductă în exploatare care este deja corodată.

Principalele faze ale procedeului de vopsire sînt:

— montarea racloarelor la capetele conductelor;

— curăţarea mecanică cu ajutorul racloarelor prevăzute cu perii sau cuţite pentru eliminarea depunerilor sau a ruginii;

— curăţarea chimică, operaţie capitală pentru asigurarea unei baze de aderare a lacului (tratare cu solvenţi, decapare cu un gel acid, clătire cu apă, o badijonare fosfotantă şi clătire cu apă şi acetonă);

— vopsirea interioară a conductei, apoi netezirea lacului, supraveghind atent avansarea obturatoarelor;

— uscarea controlată cu insuflare de aer;

— eventual, depunerea unui al doilea strat de vopsea.

După o lungă perioadă de experimentare, procesul tehnologic de vopsire a fost pus la punct astfel încît, după vopsire, conducta este complet acoperită în interior (inclusiv cordonul de sudură) cu un film de vopsea de 250 μm grosime (film umed) sau dintr-un film uscat de 150 μm presiune. Variaţiile de grosime ale filmului de vopsea de-a lungul conductei nu depăşesc 20%.

În stadiul actual de dezvoltare, procedeul este aplicabil pentru conducte cu diametre de 100 — 500 mm, lungimea vopsită într-o singură etapă putînd fi de 6 km. Aceste limite pot fi eventual lărgite.

Procedeul nu poate fi aplicat decît la conductele suficient de cilindrice, adică unde curbele au o rază suficient de mare, care nu comportă branşamente.

Vopselele cele mai potrivite sînt lacurile Epoxy. Prin vopsirea internă a conductelor de transport al fluidelor (apă sau diferite lichide corosive) se asigură o producţie eficace şi de lungă durată, contra coroziunii, cît şi o reducere a energiei de pompare.

* * * **Încercări de a produce petrol în Australia.** În: Petroleum Press Service, **XXXVII**, nr. 8, 1970

În timpul explorărilor în Australia, puţul Tirrawarra, Nr. 1, situat în colţul de nord-est al Australiei de sud a erupt, producînd timp de 12 ore, din stratul Permian inferior la o adîncime de 9614 — 9661 picioare, 9675 — 9680 şi 9686 — 9695 picioare, cu un debit de 600 b/zi ţiţei şi 1,4 mil. picioare cubice gaze naturale/zi printr-o duză de 1/2".

Încercările se vor continua forîndu-se alte puţuri pentru a se avea certitudinea că zăcămîntul este într-adevăr important. Australienii au experienţa furnizată de zăcămîntul Moonie descoperit în 1962 care, cu toată erupţia promiţătoare la început, s-a dovedit a fi de dimensiuni foarte reduse, producţia lui scăzînd din ce în ce în urma epuizării zăcămîntului, de abia după şase ani de producţie.

O conductă de 186 mile lungime şi 10 "diametru, cu o capacitate de 50 000 b/zi a fost construită cu mari cheltuieli pentru transportul petrolului din regiunea Moonie spre coastă, în speranţa de noi descoperiri în această regiune. Alton a fost descoperit în iulie 1964 şi a început să producă în 1966. Totuşi, rezervele recuperabile ale acestui zăcămînt nu sînt decît de 1,6 mil. barile, faţă de 21,5 mil. ale zăcămîntului Moonie.

În consecinţă, societatea Bridge Oil, care exploatează zăcămîntul de la Tirrawarra va trebui să găsească alte rezerve importante pentru a construi o conductă de 500 mile lungime de la acest zăcămînt pînă la coastă, deoarece după 17 septembrie, guvernul federal va desfiinţa prima de încurajare pentru ţiţeiul produs în Australia.

SCURTE ȘTIRI

Noi rezultate din forajele de mare adîncime

În județul Prahova o sondă din raza de activitate a Grupului industrial — Ploiești a arătat indicații de țiței la probele de producție efectuate la 4 700 m adîncime.

Sonda se plasează în Depresiunea Carpaților Orientali, stratul productiv aparține unor gresii helveține, iar tipul țițeiului este parafinos, cu viscozitatea de 160°E la + 20°E.

Probele de producție continuă.

★

Activitatea mondială de foraj

Situația mondială a forajului — exclusiv S.U.A. și Canada — arată, în primele luni ale anului 1970, un surplus de activitate, în raport cu perioada corespunzătoare din 1969.

Se estimează că în acest an va exista o creștere de 7% a forajului, adică se vor fora 4 700 sonde noi, față de 4 358 cîte au fost forate în 1969. Creșterea activității de foraj se va remarca, în special, în Africa și în Extremul Orient, adică în Nigeria (300 de sonde față de 170 în 1969), în Australia, unde se vor fora 260 de sonde marine față de 251, în 1969, și în Indonezia (90 de sonde, față de 70, în 1969).

În America de Sud, activitatea este staționară, cu un total de 1 440 de sonde forate, față de 1 437, în 1969.

În ceea ce privește S.U.A. sînt prevăzute 7 110 sonde noi, cu un număr aproape egal cu cel din 1969, cînd s-a înregistrat totuși o creștere de 7,4% față de 1968.

★

La Cairo, s-a semnat acordarea unei concesiuni de 100 km în golful Suez firmei japoneze NOSODECO, care se angajează să comercializeze societății EGPC o parte din țițeiul zăcămîntului Morgan și să înceapă forarea primei sonde la sfîrșitul lunii septembrie, cu nava de foraj Discoverer.

Forajul de explorare Bahrein nr. 1, realizat de EGPC cu asistența sovietică în oaza Siwa, din Deșertul Occidental, a fost terminat fără rezultat, la adîncimea de 2 361 m. O altă sondă de foraj va începe activitatea la Ghezalat.

★

Aparat pentru măsurarea intensității odorării gazelor

Aparatul portativ denumit „Odotron" măsoară direct compușii cu sulf introduși în gazele naturale și transformă această măsură în intensitate de odorare. Aparatul cuprinde două module: un modul-analizor și unul de alimentare. Semnalul emis de aparat este înregistrat cu ajutorul unui dispozitiv pe o bandă de hîrtie. Condițiile de lucru sînt selecționate, în sensul că semnalul pozitiv este emis numai pentru acei compuși cu sulf care contribuie la odorizarea gazelor, astfel încît Odotronul lucrează ca un cromatograf cu destinație specială și furnizează un profil de odorare din gazele supuse probei, în mai puțin de șase minute.

★

Rezervor pentru depozitarea gazelor sub presiune

Uzinele Dinglewerke din R. F. a Germaniei au construit cel mai mare rezervor de presiune din oțel BH. 51 de mare rezistență cu 0,4—0,7% Ni.

Acest rezervor, de formă sferică, sudat, cu diametrul de 33,8 m, va înmagazina la presiunea de 5,6 at un volum de gaze naturale care la presiunea atmosferică reprezintă 113 000 m³.

Construcția a necesitat 650 t oțel, cu 250 t mai puțin decît un rezervor similar, construit din oțel-mangan HSB.50.

Ambele rezervoare, instalate la Kaiserslantern, vor depozita circa 230 000 m³ gaze pentru consumul orașului.

Oțelul, cu limita mare de elasticitate a fost livrat în table de grosimea 20,5 mm și are următoarea compoziție:

C = 0,20% max; Si = 0,40% max;
Mn = 1,20—1,7% max;
S = 0,03% max; P = 0,03% max;
Ni = 0,40—0,70% max;
Va = 0,12—0,22% max.

Caracteristicile oțelului sînt: limita de elasticitate = 50 kg/mm²; limita de rupere = 66 — 80 kg/mm²; rezilienta DVM la 20°C = 6 kg/cm².

★

Italia construiește o rafinărie în Iran

Firma SNAM Progetti a încheiat un acord cu societatea iraniană NIOC, pentru construcția unei rafinării de 6 360 m³/zi capacitate, în regiunea vestică a Iranului. Costul proiectului este de 44,8 mil. $. SNAM Progetti va proiecta și va construi toate instalațiile de prelucrare a țițeiului, inclusiv instalațiile de hidrocracare și de hidrogenare, pentru maximalizarea distilatelor medii care se cer actualmente pe piață. Rafinăria, care va intra în funcțiune în toamna anului 1972, va satisface toate cerințele din zonele de sud-est și sud-centrală ale țării, inclusiv cerințele de GPL.

Aprovizionarea cu țiței se va face din schela Cach-Saran, printr-o conductă existentă, de 10 in.

Lucrările vor începe în curînd.

★

Arabia Saudită construiește o rafinărie

Guvernul a solicitat oferte pentru construcția unei rafinării cu o capacitate de 2 500 m³/zi în localitatea Riyadh, care va prelucra țițeiul din zona petroliferă Khaurais. Costul rafinăriei este estimat la 22 mil. $.

Mărirea rafinăriilor din Maroc

Capacitatea de prelucrare a rafinăriilor marocane va fi mărită pînă la 3,3 mil. t/an. Rafinăria de la Mohammedia, care aparține societății italo-marocane Samir, își va mări capacitatea la 2,5 mil. t/an, iar rafinăria firmei Société Chérifienne des Pétroles, de la Sadi Kasem, se va dubla, ajungînd la 80 000 t/an.

★

O nouă rafinărie în Austria

Erdölraffinerie GmbH din Viena va construi o nouă rafinărie cu o capacitate de 2,3 mil. t/an, la Lannach. Lucrările vor începe în 1971 și vor fi terminate în 1973.

★

Noi proiecte de metaniere

Șantierele norvegiene specializate în construcția navelor pentru transportul GNL și GPL studiază în prezent realizarea unor nave care să poată lichefia la bordul lor încărcătura de gaze aflată sub forma gazoasă. Această soluție constituie o încurajare decisivă pentru explorarea rezervelor de gaze din zonele marine a căror legătură cu țărmul este foarte dificilă, așa cum este cazul zăcămîntului Cod, descoperit recent de grupul Phillips-ENI-Petrofine-Petronord. Dificultățile de ordin tehnic fac imposibilă montarea unei conducte de gaze pînă la coastele Norvegiei.

★

La Anvers a intrat în funcțiune un mare depozit de produse petroliere, construit de societatea belgo-sovietică Naphta B. Capacitatea depozitului este de 850 000 m³, repartizată în 69 de rezervoare de 500—32 500 m³, dintre care 17 sînt construite cu capac flotant, pentru produse ușoare, 40 de rezervoare, cu o capacitate totală de 350 000 m³, sînt prevăzute cu serpentine de încălzire, iar alte patru, cu capacitatea de 20 000 m³, sînt prevăzute cu dispozitive pentru amestecarea produselor. Depozitul dispune de o jetelă principală de 450 m lungime, pentru încărcarea sau descărcarea simultană, cu opt brațe automate, a opt tancuri de mare tonaj. La aceasta se mai adaugă încă trei jetele pentru încărcarea cabotoarelor, o stație cu 16 brațe pentru încărcarea camioanelor-cisterne și o stație cu opt brațe pentru vagoane-cisterne. Depozitul mai cuprinde 47 de pompe cu debite cuprinse între 125 m³/h și 1 500 m³/h, un laborator, instalații contra incendiilor, ateliere de reparații etc.

★

★

Societatea Langfilt Shipping Corp, din New York, a comandat şantierelor navale din Brooklin un superpetrolier de 225 000 dwt, care va fi cel mai mare din S.U.A. El va fi echipat cu două turbine de cîte 25 000 CP fiecare, aceasta fiind cea mai mare putere instalată la bordul unei nave comerciale. În acelaşi timp, societatea Venoil Inc. şi filiala sa Venpet Inc. au comandat şantierelor din Nagasaki cîte un superpetrolier de 321 000 dwt, cu turbine de 36 000 CP.

★

Valoarea produselor chimice consumate de industria gazelor naturale în S.U.A.

S-a estimat că la producţia de 546,6 mrd. m³ gaze naturale, obţinută în anul 1968, s-au consumat circa 30 000 t produse chimice pentru tratarea gazelor în cele 840 de instalaţii de prelucrare din S.U.A. Pentru operaţiile de purificare s-au consumat 9 650 t etanolamine şi alţi solvenţi: pentru deshidratare, 11 500 t glicoli (DEG şi TEG), iar pentru inhibarea formării hidraţilor, 9 000 t glicoli (EG şi DEG) şi metanol. Valoarea acestor produse chimice reprezintă 8,2 mil. $

★

Egiptul a produs în anul fiscal care s-a încheiat la 1 iulie 1970 17 mil. m³ ţiţei, faţă de 12,64 mil. m³, în anul fiscal precedent. Rafinăriile au produs 8,2 mil t produse finite, dintre care 2 mil. t au fost exportate. Pentru anii 1971 şi 1972, această producţie va trebui să ajungă la 10,8 mil. t, din care 3 mil. t sînt destinate exportului.

★

În U.R.S.S, o unitate-pilot de producţie automatizată este în construcţie în bazinul Mangyslak, în Marea Caspică. Pînă în anul 1975, se prevede că automatizarea producţiei va permite extracţia a 200 mil. t/an de ţiţei. În luna mai a.c., s-au produs 29,7 mil. t de ţiţei şi 16 mrd. m³ de gaze naturale, însumînd astfel, pe primele cinci luni ale anului, un total de 143 mil. t (mai mult cu 10% faţă de perioada corespunzătoare din 1969) şi 87,7 mrd. m³ gaze (mai mult cu 9%).

★

Vaste rezervoare de hidrocarburi în S.U.A

Asociaţia americană a geologilor a prezentat Consiliului Naţional al Petrolului din S.U.A., un raport din care rezultă că 55% din resursele de ţiţei şi 66% din cele de gaze vor putea fi descoperite. Se vor putea recupera 22,5 mrd. t ţiţei şi circa 37 mrd. m³ de gaze naturale. Acest raport rezumă calculele cercetărilor făcute în ultimii doi ani de 135 de geologi din S.U.A.

NOTE TEHNICE

Evoluţia capacităţilor de prelucrare a ţiţeiului în R. F. a Germaniei

	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Număr de rafinării	31	32	32	35	35	34
Capacitate mil t/an	71,9	81,4	89,2	109,0	113,1	115,1
Ţiţei prelucrat mil t/an				79,5	90,8	9,69

Cantităţile de lubrifianţi pe sortimente consumate în R. F. a Germaniei

	1968	1969
	în mii	
Uleiuri spindel	124,4	133,8
Uleiuri pentru maşini	106,3	120,6
Uleiuri pentru motoare	370,0	403,1
Uleiuri pentru axe	2,4	1,8
Uleiuri închise (negre)	21,5	26,1
Uleiuri albe	21,0	25,0
Uleiuri cilindru	8,2	7,2
Uleiuri turbine	10,0	12,4
Uleiuri transformator	24,3	26,8
Uleiuri pentru cabluri	4,9	6,5
Uleiuri pentru prelucrare metale	78,7	90,0
Uleiuri pentru forme	13,1	15,8
Uleiuri pentru diverse	56,5	57,8
alte materiale pentru uns	50,0	48,6
	891,3	975,5

Cîteva din caracteristicile rafinăriei MOBIL-WÖRTH – KARLSRUHE R. F. a Germaniei

Amplasament: pe malul stîng al Rinului la Wörth

Capacitate de prelucrare: 3,5 mil t/an — cu posibilităţi de majorare în viitor

Aprovizionarea cu ţiţei: conductele SPLSE şi TAL/RDO, precum şi accesul direct la portul petrolier

Instalaţii:

— Distilaţie atmosferică	— 3,5 mil t/an	— 100
— Reformare catalitică	— 0,6 mil t/an	— 17
— Cracare catalitică	— 0,7 mil t/an	— 20
— Desulfurare de petrol-motorină	— 0,9 mil t/an	

Capacitate de stocare:

5 rezervoare pentru ţiţei	220 mii m³
16 rezervoare pentru produse interne	100 mii m³
19 rezervoare pentru produse finite	244 mii m³
7 rezervoare pentru G.P.L.	10 mii m³
20 rezervoare pentru diverse produse	18 mii m³
Total:	592 mii m³

Capacitatea de stocare reprezintă circa 14,5% din capacitatea de prelucrare anuală adică pentru peste 50 de zile calendaristice de prelucrare.

Produsele ce se vor obţine

Gaze de rafinărie	5
G.P.L.	3
Benzine	22
Petrol turbo—jet	8
Alte distilate medii	32
Combustibil greu şi consum propriu	29
Sulf şi consum tehnologic	1
	100

Desfacerea producţiei:

— pe calea ferată	40 %
— rutieră	30 %
— pe apă	30 %

Răcirea produselor

circa 80 % cu aer
circa 20 % cu apă

Suprafaţa ocupată 120 ha

Evoluția investițiilor în industria de petrol a Franței în milioane franci curenți

	1966	1967	1968 estimare	1969 previziuni	1970 previziuni
Cercetare și producție	256	301	380	450	460
Rafinaj *	820	739	1 059	1 248	1 225
Stocaj și distribuție	827	927	1 088	1 146	1 212
Transport pe conducte	130	127	306	112	45
Transport maritim	242	215	360	319	350
Investiții generale	268	293	190	184	161
Total	2 543	2 602	3 383	3 459	3 453

* Inclusiv petrochimie în rafinării.

Evoluția parcului francez de vehicule rutiere afectate transportului în vrac de produse petroliere

	Camioane, cisterne și ansamble rutiere		Platforme cisterne		Tractoare izolate	Semiremorci și remorci izolate	
	număr	cap m³	număr	cap. m³	număr	număr	cap. m³
La 1.I. 1964	8 642	116 700	1 237	4 200	—	341	3 500
La 1.I. 1965	9 554	128 500	1 629	5 350	83	411	7 500
La 1.I. 1966	10 461	142 300	1 875	6 600	166	514	10 400
La 1.I. 1967	11 397	157 200	2 050	7 250	230	583	12 200
La 1.I. 1968	12 688	178 600	2 283	8 200	240	688	15 000
La 1.I. 1969	14 179	203 100	2 595	9 400	366	920	21 400

Situația de ansamblu a distribuției de lubrifianți pe anii 1964 — 1969

Anul	Comerț interior	Aprovizionare nave	Materii prime pentru fabricații	Export	Total
1964	620,4	27,9	28,8	258,2	935,3
1965	628,9	28,2	39,8	241,9	938,8
1966	662,2	28,7	47,5	278,1	1 016,5
1967	686,1	30,7	87,8	274,1	1 058,7
1968	688,9	30,9	77,5	267,0	1 064,3
1969	747,5	33,7	91,6	340,5	1 213,3

Situația lubrifianților în Franța pe anul 1969

Sursele de lubrifianți — *în mii tone*

— lubrifianți produși de rafinăriile franceze	1 028,7
— lubrifianți regenerați	66,8
— lubrifianți din import	25,6
— aditivi produși în Franța	147,9
— aditivi importați	8,7
	1 277,7

Aditivi produși — *în mii tone*

— ameliorări de indice	20,8
— detergenți, antioxidanți, anticorosivi	95,9
— extremă presiune	4,9
— adezivitate — onctuozitate	0,2
— pentru uleiuri de tăiere și solubile	0,7
— anticongelanți	4,6
— sulfonați	2,4
— alți aditivi	18,4
	147,9

Din aditivii fabricați, 51,9 mii t s-au folosit pentru aditivarea lubrifianților consumați în Franța, iar 95,9 mii t au fost livrați la export.

Comerțul cu lubrifianți — *în mii tone*

— vînzări la consumul intern	747,5
— vînzări ca materii prime	91,6
— vînzări la export	340,5
— aprovizionare nave	33,7
	1 213,3

Din cele 747,5 mii t lubrifianți, 451,8 mii t au reprezentat vînzări de uleiuri pentru motoare adică o creștere de 8,5% față de 1968.

— *Stocurile de lubrifianți* la sfîrșitul anului 1969 erau de 371,3 mii t, reprezentînd cantitatea pentru vînzare timp de 105 zile.

Extras din SONDER BEILAGE ESSO MAGAZIN nr. 1 — 1970 Erdöl dienst 30.V.1970

	Rezerve de țiței				Producția de țiței				Capacitățile rafinăriilor la 31.12.1969				Consumul de produse petroliere			
	1965	1967	1968	1969	1965	1967	1968	1969	1965	1967	1968	1969	1965	1967	1968	1969
Belgia-Luxemburg									15,8	20,6	30,1	31,6	17,0	19,2	22,4	26,4
Danemarca-Norvegia-Suedia									10,7	20,9	25,2	27,9	34,3	39,3	44,6	52,3
Franța	32	28	26	21	3,0	2,8	2,7	2,5	74,6	83,8	97,3	105,2	53,2	65,3	72,0	77,4
Anglia									74,3	84,4	99,0	107,8	74,2	85,2	90,4	98,8
Italia	47	44	40	37	2,2	1,7	1,5	1,5	110,6	138,4	145,0	154,4	52,3	63,7	70,9	74,4
Olanda	50	48	43	40	2,4	2,3	2,1	2,0	31,6	39,8	42,0	66,1	25,3	27,5	30,6	35,5
Austria	37	29	29	21	2,9	2,7	2,7	2,7	4,7	4,9	4,9	4,9	5,5	6,6	7,5	8,4
Elveția									2,3	4,6	4,7	4,9	8,0	9,3	10,3	11,6
Spania									17,5	24,7	32,8	35,2	13,1	19,3	22,5	26,4
R.F. a Germaniei	106	91	87	80	7,9	7,9	8,0	7,9	80,9	109,3	113,1	115,1	79,1	91,9	102,7	115,4
Total					18,4	17,4	17,0	16,6	423,0	531,4	593,2	653,2	362,1	427,3	473,9	526,6

RECENZII

A. Laurance Waddams: **Produse chimice din petrol.** Editura Birkhäuser, Basel şi Stutgart, 1920, 255 p.

Redactată într-o formă restrînsă, cartea este apreciată astăzi, în cercurile de specialitate, drept cea mai bună lucrare privind industria chimică de petrol. Expunerea unui domeniu atît de vast a determinat pe autor să se limiteze la tratarea celor mai importante probleme. De aceea, atenţia sa a fost îndreptată, mai ales, asupra produselor şi procedeelor speciale, care prezintă interes atît din punct de vedere industrial, cît şi din punct de vedere tehnic. Întregul material a fost grupat în trei părţi distincte, cuprinzînd în total 16 capitole.

Partea I, dezvoltată în trei capitole, tratează originea şi aspectele tipice ale fabricării produselor chimice din petrol. Acest domeniu industrial s-a dezvoltat la început în S. U. A. şi apoi mai tîrziu în vestul Europei, care ocupă astăzi locul al doilea pe glob ca zonă producătoare. Folosirea petrolului ca bază materială pentru industria chimică s-a extins treptat şi în alte regiuni ale globului. Astfel, Japonia a atins în prezent nivelul din 1950 al ţărilor erupene. Mai multe ţări din Asia, Orientul Mijlociu, America de Sud, precum Australia şi Mexic dispun în prezent de numeroase instalaţii de produse chimice pentru care petrolul şi gazele formează materia primă.

Ca materii prime în industria chimică de petrol au fost larg utilizate gazele naturale, gazele de rafinării şi fracţiuni lichide de hidrocarburi. Se descriu succint aceste materii prime şi procedeele de fabricaţie a unor chimicale.

Partea a II-a cuprinde 12 capitole. Primele 7 capitole tratează despre produsele chimice din petrol clasificîndule după originea lor. Sînt descrise reacţiile chimice ale proceselor la fabricarea derivaţilor acetilenei, metanului, hidrocarburilor parafinice superioare, etilenei, propilenei, hidrocarburilor $-C_4$ şi olefinelor superioare.

Fabricarea acetilenei din petrol s-a realizat pentru prima dată în S. U. A şi s-a extins astăzi în R. F. a Germaniei, Italia şi, în ultimul timp în Anglia, unde pînă în 1966, se fabrica numai din cărbune. Treptat, procedeele de fabricaţie a acetilenei din petrol se vor extinde, pînă atunci se menţin încă în funcţiune pe glob capacităţi enorme pentru fabricarea carbidului.

Din acetilenă, ca materie primă, se obţin următorii derivaţi: clorură de vinil, nitril acrilic, neopran, acetat de vinil, tricloretilenă, aldehidă acetică, acid acrilic şi esterii acidului acrilic. La obţinerea derivaţiilor din acetilenă se folosesc, în general, catalizatori pentru selectivitatea reacţiilor chimice.

Metanul serveşte ca materie primă pentru fabricarea acetilenei, amoniacului, metanolului, acidului cianhidric, derivaţilor cloruraţi de metan şi sulfuri de carbon.

Pentru fabricarea hidrocarburilor parafinice superioare se folosesc ca materii prime etanul, propanul şi butanul. Se descriu cîteva procese de fabricaţie pentru cloretan şi butadienă. Clorurarea propanului are o utilizare importantă în procesele de „cloroliză". La procesele de oxidare a butanului şi propanului, care au o largă utilizare, se obţin diferite produse, ca: aldehidă acetică, formaldehidă, alcool metilic, propilenă, etilenă. Printr-un procedeu nou de oxidare a petrolului parafinos din domeniul C_4-C_8 se obţine, pe lîngă acid acetic şi acid formic, şi acid propionic. În continuare, se arată cum, după introducerea procedeelor de separare a *n*-parafinelor, chimia parafinelor superioare prezintă un interes tot mai mare.

Autorul acordă un spaţiu larg prezentării derivaţilor de etilenă, care în prezent formează materia primă pentru cele mai variate produse (polietilenă, oxid de etilenă, alcool etilic, etilbenzen etc). Consumul de etilenă pentru scopuri chimice a înregistrat, atît în S. U. A., cît şi în ţările europene, creşteri importante. La nivelul anului 1967 în S.U.A. s-au consumat 5 000 t etilenă, din care 35% pentru fabricarea polietilenei, 20% pentru oxid de etilenă, 12% pentru alcool etilic.

Dintre derivaţii etilenei, se menţionează că polietilena reprezintă una dintre cele mai importante realizări în domeniul produselor chimice de petrol. Pentru fabricarea polietilenei există astăzi numeroase procedee, fiecare folosind alte condiţii de lucru. Se descriu cîteva din aceste procedee de fabricaţie. În funcţie de procedeul folosit se obţin diverse calităţi de polietilenă, care se deosebesc între ele prin greutăţi specifice, stabilite la temperatură, rigiditate etc.

În trei capitole se descriu derivaţii polietilenei, ale hidrocarburilor C_4 şi ale olefinelor superioare. Dintre derivaţii propilenei volumul principal revine alcoolului izopropilenic, oxidului de propilenă, polipropilenei şi nitrilului acrilic. Din seria hidrocarburilor C_4, pentru obţinerea derivaţilor principali se folosesc ca produse de plecare *n*-butilena, izobutilena şi butadiena.

În alte 5 capitole din partea a II-a a cărţii autorul tratează produsele din diferite surse petroliere. Se prezintă procedeele de fabricare a produselor din gazele de sinteză şi a aromaticelor din ţiţei, precum şi procedeele de fabricare a negrului de fum, a compuşilor ciclici, a sulfului şi a acidului sulfuric.

Gazele de sinteză, denumire dată pentru un amestec de hidrogen şi monooxid de carbon, servesc ca materie primă pentru sinteza amoniacului şi a alcoolului metilic, precum şi în procesele oxo. Astăzi se estimează că 75 — 80% din producţia mondială de amoniac sintetic se bazează pe petrol şi gaze naturale ca material de plecare. Dintre toate produsele chimice din petrol, amoniacul se produce în cele mai mari cantităţi. Pentru fertilizarea solului, experimentările făcute recent în S.U.A. prin introducerea amoniacului de petrol în apa de irigaţie au dat rezultate foarte bune. Cu această măsură fabricarea derivaţilor de amoniac pentru îngrăşăminte poate fi eliminată.

În S.U.A. şi în Anglia, 99% din producţia din alcool metilic foloseşte ca materie primă petrolul. După statistici, circa 55% din cantitatea de alcool metilic serveşte pentru fabricarea aldehidei formice.

Autorul tratează într-un capitol hidrocarburile aromatice care s-au folosit timp de mulţi ani ca materii prime de bază în industria chimică. În S.U.A., cantităţile importante de aromate (benzen, toluen, xilen, se obţin din petrol şi numai într-o mică măsură din cărbune.

Ultimele trei capitole sînt rezervate fabricării negrului de fum, compuşilor ciclici şi sulfului. Negrul de fum obţinut din gazele naturale se foloseşte în proporţie de 90 — 95% la fabricarea cauciucului. Se descriu trei procedee de fabricaţie a negrului de fum, precum şi procedeele de fabricare a ciclopentadinei şi acizilor naftenici.

Partea a III-a a cărţii prezintă în două capitole importanţa industrială a produselor chimice din petrol şi statisticile privind producţia acestora.

Se menţionează contribuţia importantă a produselor chimice din petrol în industria fibrelor sintetice. La nivelul anului 1966, consumul mondial de fibre textile (inclusiv bumbac, lînă, fibre de celuloză) s-a ridicat la 18 mil. t, din care 14% din producţia totală revenea fibrelor sintetice. În anul 1970 pentru industria îmbrăcămintei se estimează un consum de circa 22 mil. t fibre textile, la care fibrele sintetice vor contribui cu o cotă de cel puţin 25%. Nylonul deţine încă primul loc în producţia de fibre sintetice, dar treptat este înlocuit cu fibre poliesterice sau acrilice.

Se descrie importanţa industrială a diferitelor produse chimice din petrol folosite ca materii prime la fabricarea cauciucului sintetic şi a detergenţilor.

În ultimul capitol al cărţii sînt prezentate cîteva date statistice privind producţia anuală a industriei de produse chimice din petrol în S. U. A. şi ţările vest-europene. La nivelul anului 2000 producţia mondială a chimicalelor din petrol se estimează la circa 600 mil. t, repartizate astfel: 200 mil. t în S. U. A., 240 mil. t în vestul Europei, 150 mil. t în restul ţărilor de pe glob, exclusiv ţările socialiste. În 1960 producţia acestor ţări a reprezentat numai 20% din cea realizată de S. U. A. şi a crescut la 40% în 1965. La nivelul anului 1980 se estimează că ţările vest—europene vor ajunge la nivelul producţiei, din S. U. A.

E 1445

Index alfabetic de autori al revistei „Petrol și gaze" pe anul 1970

A.

Amann Fr., 8, p. 465
Ana I., 6, p. 338
Andreescu Gr., 5, p. 308; 6, p. 366; 8, p. 489
Avramescu I., 3, p. 178; 6, p. 362; 9, p. 560

B.

Babskow Al., 11, p. 643
Baldovin N., 12, p. 708
Banciu I., 3, p. 139; 10, p. 591
Bandrabur C., 9, p. 549
Barbu C, 7, p. 391
Barbul M., 2, p. 104; 4, p. 214; 9, p. 549
Bădăluță A., 8, p. 450
Bărbatu I. Gh., 7, p. 416; 11, p 670
Blidișel I., 9, p. 549
Bodiu I., 5, p. 287
Brădescu A., 4, p. 237
Bucur I., 5, p. 263
Bucur V., 4, p. 214
Bunea C., 1, p. 40
Burlacu N., 1, p. 40
Busuiocescu C., 11, p. 661

C.

Chiș A., 5, p. 287
Cioc G., 7, p. 422; 12, p. 738
Constantin Fl., 7, p. 406; 9, p. 544
Constantinescu Al. 10, p. 612
Constantinescu C, 12, p. 734
Constantinescu M., 11, p. 656; 12, p. 717
Constantinescu P., 4, p. 233
Creangă C., 8, p. 474
Cristian M., 4, p. 208

D.

Dacin E., 10, p. 606
Dăneț T., 7, p. 391
Dicea O., *11*, p. 639
Dodon V, 6, p. 355; 8, p. 486
Drăghia V., 11, p. 677
Dumitrescu H., 10, p. 596
Dumitrescu I., 5, p. 300
Dumitrescu S., 2, p. 75
Dumitru I., 3, p. 174; 11, p, 631
Dufescu P., 2, p. 71; 11, p. 639

F.

Filotti Tr., 2, p. 111; 4, p. 214
Florescu H., 7, p. 411

G.

Georgescu E., 4, p. 214
Ghejan I, 4, p. 214; 11, p. 670
Giavarini C., 2, p. 117
Giura M., 5, p. 287
Grigoriu D., 7, p. 406; 9, p. 544

I.

Ilea M., 7, p. 402; 11, p. 666
Ilisei M., 6, p. 349
Ioanesi N., 3, p. 161
Ionescu C., 7, p. 402
Iorga D., 6, p. 355; 7, p. 406; 9, p. 544
Iost T., 2, p. 111; 4, p. 214
Iunev A., P., 11, p. 681

K.

Kalmufchi G., 2, p. 111

L.

Lazăr G., 10, p. 602
Lerner V., 12, p. 734
Lință I., 11, p. 677

M.

Manolescu G., 2, p. 91; 8, p. 461
Manolescu Gorun, 5, p. 274
Mazăre T., 4, p. 214
Mănțulescu Tr., 8, p. 465
Mihăiță D., 1, p. 50; 7, p. 411
Mihul C., 8, p. 474
Milcoveanu D., 5, p. 266; 9, p. 516
Moroșanu, C., 6, p. 341; 9, p. 529
Mufiu R., 8, p. 450

N.

Nastasi A., 7, p. 406; 9, p. 544
Neagoe F., 7, p. 422; 9, p. 560
Negoiță F., 6, p. 327
Negoiță V., 10, p. 585; 11, p. 643
Negrea E., 4, p. 233
Nestor C., 7, p. 397
Nicolau I., 1, p. 40; 7, p. 422; 12, p. 746
Niță C., 11, p. 643

O.

Olănescu M., 1, p. 25

P.

Palada Tr., 4, p. 208
Palaghită I., 9, p. 560
Pană F., 2, p. 104; 7, p. 411
Pantea I., 2, p. 99
Pavel A., 5, p. 292
Pavel T., 7, p. 411
Părăușanu V., 1, p. 50; 7, p. 411
Peteu I. G., 1, p. 15
Petre I., 6, p. 349
Peța O., 3, p. 143; 8, p. 456
Pircălăbescu D. I., 4, p. 199
Pirvu G., 1, p. 9; 9, p. 511
Pleșea V., 4, p. 199
Pochetti F., 2, p. 117
Popa C., 1, p. 28
Popescu C., 5, p. 281
Popescu P., 3, p. 161
Popescu Cașin 5, p. 308; 6, p. 366; 8, p. 489
Puşcoiu N., 4, p. 220; 9, p. 536

R.

Raşeev S., 11, p. 666
Rădulescu A. G., 7, p. 402; 11, p. 666; 12, p. 738
Rădulescu V., 12, p. 746
Roncea A., 8, p. 486
Rudencu A., 6, p. 331
Russu, R., 11, p. 670

S.

Sali L., 12, p. 703
Savu C., 2, p. 117; 3, p. 154; 6, p. 355
Săndulescu T., 6, p. 349
Smărăndache Gh., 4, p. 226
Soare F., 2, p. 91
Solomon Y., 5, p. 300
Stan D. Al., 2, p. 99; 3, p. 151; 4, p. 208
Stănescu Val., 11, p. 634; 12, p. 703
Stejaru G., 8, p. 486

Ș.

Șerbănescu A., 5, p. 287; 12, p. 734
Ștefănescu D., 9, p. 523

T.

Tănase N., 7, p. 422
Tănăsescu G., 2, p. 81
Teodorescu V., 3, p. 169; 9, p. 556
Tocan I., 12, p. 724
Tottolo E., 8, p. 468
Turculeț L., 2, p. 71; 3, p. 135
Turtă Al., 1, p. 34; 10, p. 596

U.

Ungureanu O., 8, p. 465
Usvatov F. R., 11, p. 681

V.

Vasilescu E., 6, p. 327
Vlaa T., 1, p. 50

W.

Welther E., 2, p. 104; 9, p. 549
Wagner M., 6, p. 355; 8, p. 486

Z.

Zîrnă I., 2, p. 104; 7, p. 406; 9, p. 544; 12, p. 728

Index pe domenii a lucrărilor publicate în revista „Petrol și gaze" pe anul 1970

EDITORIAL

1970 an hotărîtor în realizarea marilor obiective ale actualului cincinal, nr. 1, p. 7.
Dezvoltarea industriei de petrol și gaze în anii construcției socialiste, nr. 8, p. 447.
Ziua petrolistului, nr. 10, p. 583.
A 61-a aniversare a gazului metan în România, nr. 11, p 631

GEOLOGIE

Microtectonica unității externe a flișului paleogen din Valea Tazlăului Mare, nr. 1, p. 9.
Contribuții la studiul litofacial al depozitelor tortoniene și bugloviene din zona Iași-Botoșani (platforma est europeană) nr. 2, p. 7.
Meoțianul dintre Topolog și Argeș, nr. 3, p. 135.
Contribuții la cunoașterea compoziției mineralogice a rocilor unui anticlinal de vale din depozitele pliocene de la Bezid, din Bazinul Transilvaniei, nr. 4, p. 199.
Unele date privind geologia bazinului Transilvaniei în urma observațiilor din salinarul Văii Gurghiului, nr. 5, p. 263.
Stadiul actual de cunoaștere a neogenului din zona nordică a Platformei Moesice, nr. 6, p. 327.
Asupra fundamentului Platformei Moesice din zona Balș-Ortași, nr. 7, p. 391.
Prezența decapodelor anomure și dromiacee în calcarele tithonice din Platforma Moesică, nr. 8, p. 450.
Elemente noi în sprijinul vulcanismului extracarpatic, nr.9, p. 511.
Contribuții privind determinarea compoziției mineralogo-petrografice și a porozității rocilor carbonatice (soluție analitică, soluție grafică și program de calculator), nr. 10, p. 585.
Problemele formării petrolului în Avanfosa carpatică internă, după exemplul unor structuri diapire, nr. 11, p 634
Contribuții la studiul prepanonianului din Bazinul Zalău (Depresiunea panonică) nr. 11, p 639
Cauzele geologice posibile ale diferențierii chimice a țițeiurilor din oligocenul unor structuri petrolifere, nr. 12, p 703

GEOFIZICA

Stadiul actual și perspectivele de dezvoltare a metodelor geofizice radiometrice în exploatarea zăcămintelor petrolifere, nr. 1, p. 15 .
Interpretarea statistico-matematică și analiza armonică a prospecțiunilor geofizice, I, nr. 5, p. 266.
Interpretarea automată a pandajmetriei continue cu ajutorul calculatoarelor numerice, nr. 11, p. 643

FORAJ

Telemăsurarea parametrilor de la talpa sondei în cursul procesului de foraj, nr. 2, p. 75.
Aspecte privind reologia fluidelor de foraj, nr. 3, p. 139.
Calculul analitic al necesarului de prăjini de foraj active și prăjini de foraj rocadă, nr. 3, p. 143.
Stadiul actual al problemei stabilității găurilor de sondă, nr. 5, p. 274.
Limitarea folosirii fluidelor de foraj situate în sare, nr. 6, p. 331.
Metodă și aparat pentru determinarea timpului de început de priză la pastele de ciment, nr. 6, p. 338.
Noile sape românești realizează performanțe remarcabile, nr. 7, p. 397.
Metodă de calcul al necesarului de prăjini de foraj, nr. 8, p. 456.
Studiu privind influența temperaturii asupra filtrării fluidelor de foraj, nr. 10, p. 591.
Situația actuală a forajului de adîncime, nr. 11, p. 656
Curbele de rezistență tracțiune-turtire oferă posibilități mai mari de combinare a burlanelor decît diagramele de tubaj, nr. 11, p. 661
Echipament special pentru forajul și punerea în producție a sondelor pe mare, nr. 12, p. 708
Efectele jetului hidraulic în procesul de forare, nr.12, p. 717

EXPLOATARE

Comportarea în regim de gaze dizolvate a unui zăcămînt spălat anterior cu apă, nr. 1, p. 28.
Calculul ratiei dinamice gaze-țiței în ascensiunea bifazică, regimul de curgere cu bule, nr. 1, p. 34.
Influența presiunii exterioare orientate asupra dinamicii umflării mineralelor argiloase și a agregatelor lor. Umflarea în condiții atmosferice, I, nr. 2, p. 91.
Asupra aplicării metodelor statistice la stabilirea unor parametri necesari în calculul rezervelor de hidrocarburi fluide prin metoda volumetrică, nr. 3, p. 151.
Construcția curbelor gradientului de presiune după metoda Poettman și Carpenter, nr. 5, p. 281.
Forme particulare a ecuațiilor echilibrelor de fază cu aplicații în problemele conductelor magistrale de gaze, nr. 8, p. 461—464.
Procedee și dispozitive pentru determinarea formațiunilor geologice absorbante deschise prin sonde, nr. 9, p.523.
Studiul transferului de căldură în cazul injecției de agenți calzi în zăcămintele de petrol, nr. 9, p. 536.

EXTRACȚIE

Noi interpretări ale variațiilor de volum și de presiune observate la coloană, ca urmare a modificării regimului termic din sondă, nr. 2, p. 99.
Mărirea eficienței operațiilor de fisurare hidraulică prin alegerea optimă a parametrilor tehnologici, nr. 4, p. 208.
Acidizarea sondelor folosind soluții acide de concentrație mare și soluții de acizi combinați, nr. 6, p. 341.
Stimularea afluxului de țiței prin injecțiile ciclice de abur, nr. 9, p. 529.
Mărimea cantității de căldură conținută de fluidele extrase prin sondele de extracție, într-un proces experimental de injecție continuă de abur, nr. 10, p. 596.
Metodă de calcul a parametrilor de funcționare a sondelor productive echipate cu piston liber expandabil cu ciclu controlat, nr. 12, p. 724
Odorizarea gazelor nr. 3, p. 174.

PRELUCRARE

Acțiunea unor inhibitori radicali asupra procesului de formare a gumelor în benzinele de piroliză, nr. 1, p. 50.
Relații între modificările structurale ale catalizatorilor silice-alumină și activitatea lor de cracare a cumenului, nr. 2, p. 104.
Aspecte ale chemosorbției diverselor gaze pe catalizatori de tip Pt/Al_2O_3, I. Chemosorbția hidrogenului, nr. 2, p. 111.
Determinarea parafinicității uleiurilor cu ajutorul analizei termice diferențiate, nr. 2, p. 117.
Considerații teoretice privind cinetica reacției de oxidare pentru obținerea bitumurilor, nr. 3, p. 154.
Calitatea conbustibililor pentru turboreactoare și posibilități de realizare în Republica Socialistă România, nr. 3, p.161.
Clasificarea metodelor cromatografice aplicate uleiurilor minerale, nr. 3, p. 169.
Investigații asupra funcțiilor unor catalizatori de tip platin-halogen pe alumină, prin reacții de dehidrogenare și dehidrociclizare, nr. 4, p. 214.
Determinarea electrofotocolorimetrică a conținutului de fier din păcuri și cocsuri de petrol, nr. 5, p. 287.

Unele considerații asupra alterării uleiurilor de motoare, nr. 6, p. 349.

Studiul reologic al bitumurilor românești, nr. 6, p. 355.

Influența gradului de rafinare asupra calității uleiurilor de transformator, nr. 7, p. 402.

Hidrotratarea uleiurilor. I, nr. 7, p. 406.

Potențialul de hidrocarburi al benzinelor reziduale obținute la piroliza propanului și al amestecului etan-propan, nr. 7, p. 411.

Contribuții la studiul și determinara energiilor de activare a autoaprinderii hidrocarburilor parafinice liniare, nr 7, p. 416.

Studii asupra naturii chimice a țițeiurilor din zăcămintele românești de petrol, nr. 8, p. 474.

Aprecierea bitumurilor după metoda Rostler, nr. 8, p. 486.

Rășinile sintetice în industria construcțiilor specifice economiei petrolului, nr. 8, p. 489.

Hidrotratarea uleiurilor II. Rezultate, performanțe și aspecte economice ale procesului de hidrotratare, nr. 9, p. 544.

Studiul adsorbției unor substanțe organice pe catalizatori de tip hidrofinare, prin tehnica impulsurilor cromatografice, nr. 9, p. 549.

Cromatografia pe strat subțire (CSS) aplicată la identificarea hidrocarburilor aromatice, nr. 9, p. 556.

Obținerea uleiului și a parafinei din petrolatum, nr. 10, p. 602.

Epurarea biologică a apelor reziduale din rafinării, nr. 10, p. 606.

Energia superficială liberă a absorbției unor hidrocarburi pe cărbune activ, nr. 11, p. 666

Considerații asupra schimbului de ioni cu site moleculare cristaline nr. 11, p. 670

O nouă metodă de obținere a combustibilului de focare cu conținut de sulf redus, cu ajutorul cocsării întîrziate, nr. 12, p. 728

Determinarea spectrofotometrică a vanadiului și a fierului din unele motorine românești, nr. 12 p. 734

TRANSPORT-ÎNMAGAZINARE

O soluție nouă a problemei colectării de probe de lichid riguros reprezentative din rezervoare, nr. 1, p. 40.

Determinarea numărului optim de parametri pentru controlul centralizat al unui sistem de transportat gaze prin conducte, nr. 3, p. 178.

Controlul punctului de rouă al hidrocarburilor din gazele cu condensat, nr. 8, p. 465.

Reducerea consumurilor de abur și a pierderilor de produse petroliere prin utilizarea regulatoarelor directe de temperatură la rezervoarele de țiței încălzite, nr. 9, p. 560.

Importanța factorilor fizici asupra distrugerilor provocate de coroziunea apelor reziduale sărate din schelele petrolifere, nr. 10, p. 612.

Optimizarea deservirii beneficiarilor la stațiile de desfacere a produselor petroliere, nr. 11, p. 677

MECANIC-AUTOMATIZARE

Presiunile critice de turtire pentru burlanele fabricate conform standardelor API din oțeluri superioare, nr. 1, p. 25.

Metode moderne de control nedestructiv al materialului tubular, nr. 2, p. 81.

Debitmetre de masă folosite la măsurarea producției de țiței și gaze, nr. 4, p. 220.

Considerații privind siguranța în funcționare în industria de petrol și gaze, nr. 4, p. 226 .

O nouă metodă pentru calculul îmbinărilor prin mandrinare, nr. 5, p. 292.

Aplicațiile calculatoarelor numerice la studiul proceselor de filtrație din zăcămintele petrolifere, nr. 5, p. 300 .

Aplicații actuale ale rășinilor sintetice consolidate, în construcția de mașini. Orientări noi în calculul rezervoarelor heterotrope. nr. 5, p. 308.

Aplicații actuale ale rășinilor sintetice consolidate în construcția de mașini. Orientări noi în calculul rezervoarelor heterotrope II. nr. 6, p. 366 .

Un nou tip de drilometru cu tobă cap mort, cu articulație excentrică, antoaliniată cu axul capătului mort al cablului. nr. 7, p. 422.

Determinarea construcției optim a coloanelor de tubaj cu ajutorul unui calculator electronic de birou. nr. 8, p. 468.

Robinete cu cep sferic cu trecere uniformă pentru conducte de gaze, nr. 11, p. 681

Asupra unor soluții noi elaborate în R. S. România în problema torsiometriei îmbinărilor filetate ale garniturilor de foraj și ale coloanelor de tubaj, nr. 12, p. 746

Considerații asupra performanțelor noului indicator de eforturi în cabluri pentru foraj, de, tipul cu deflecție, fabricate în R. S. România nr. 12, 738

TEME ECONOMICE

Unele probleme privind utilizarea „cotei pentru descoperirea rezervelor" și a altor surse proprii ca mijloace de finanțare a investițiilor în industria extractivă a petrolului, nr. 4, p. 233.

Exportul de produse petroliere și indicatorii rentabilității acestuia, nr. 4, p. 241.

Metodologia de calcul a eficienței tehnico-economice la instalații complexe, nr. 6, p. 362.

Index alfabetic de cărțile recenzate în anul 1970

1. *Constantinescu P., Mireanu N. V.* : Sape de foraj, Ed. tehnică, București, 1970, 312 p. nr. 11, p. 692.
2. *Costes J.*: Utilaje folosite la extracția și la prepararea substanțelor minerale. Editeur Fyrolles, Paris 1969.
3. *Coteț P.* : Geomorfologia cu elemente de geologie. Ed. didactică și pedagogică, București, 1969, 354 p. nr. 10, p. 618.
4. *Coteț P.* : Geomorfologia cu elemente de geologie. Ed. didactică și pedagogică, București, 1969, 374 p. nr. 8, p. 503.
5. *Erhan Al., Ormazu L.* și *Petcu N.*: Aparate de măsură și control în foraj și extracția țițeiului (ediția a II-a), Ed. tehnică, București, 1969, p. 451, nr. 4, p. 252.
6. *Estampe P.* : Manuel de sécurité-petrol (Manual de securitate în petrol), Paris, Eyrolles 1969, 198 p,, 54 fig., nr. 1, p. 57.
7. *Gheorghiu Fl.* : Investigarea găurilor de sondă prin metode geofizice. Ed. tehnică, București 1969, 395 p,, nr. 6, p. 384.
8. *Ghermen I.* : Prospecțiunea geologică. Ed. tehnică.. 1969, 404 p,, nr. 5, p. 318.
9. *Ianovici V., Giușcă D., Barcoș M., Lupu M., Blealiu M.* și *Savu H.* : Evoluția geologică a munților metaliferi. Ed. Academiei R. S. România, București 1969, 741 p., nr. 3, p. 160.
10. *Ioanesi N.* și *Cairad M.* : Îndrumătorul laboratorului petrolist. Ed. tehnică, București, 1970, nr. 9, p. 543.
11. *Mareș N.* : Prevenirea și combaterea accidentelor tehnice la sondele în producție. Ed. tehnică, București, 1970, 238 p., nr. 8, p. 503.
12. *Mănescu M., Dumitru V., Ionescu V.* și *Bărbatu. I. Gh.* : Programarea matematică în industria petrolieră. Ed. Academiei Republicii Socialiste România, București, 1970, 372 p, nr. 10, p. 617.
13. *Patraulius D.* : Geologia masivului Bucegi și al culoarului Dîmbovicioara, Ed. Academiei R. S. România, București, 1969, 321 p., nr. 10, p. 618.
14. *Pușcoiu N.* : Exploatarea zăcămintelor de gaze, Ed. tehnică, București, 1970, 517 p., nr. 10, p., 617.
15. *Rădulescu P. A.* : Exploatarea rațională a instalațiilor de foraj-extracție. Ed. tehnică, București, 1969, p. 236, nr. 5, p. 318.
16. *Răileanu Gr. și Pauliuc I.* : Geologia generală. Ed. didactică și pedagogică, București, 1969, nr. 4, p., 253.
17. *L. U. de Sitter* : Geologia structurală. Traducere din limba engleză, 499 p. Ed. tehnică, 1969, nr. 4, p. 255.
18. *Tatarinov P. M.* : Condițiile de formare a zăcămintelor de minereuri metalifere și nemetalifere. Ed. tehnică, București, 371 p. (traducere din limba rusă) nr. 7, p. 432.
19. * * * Fachkunde für Gasmonteure (Manual pentru montatorii de gaze), VEB Deutscher Verlag für Grundstoff-industrie, Leipzig 1969, p. 218, nr. 5, p. 319.
20. * * * Handbuch für Kesselwarter (Manual pentru cazangii VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1969, 481 p., nr. 4, p. 253.
21. * * * Manual practic privind fluidele de foraj. Lucrarea este editată de ,,Chambre Sindicale Recherche Pétrolé'' în ediția Technip, Paris, 1969, 235 p., nr. 7, p. 432.
22. *Waddams L.*: Produse chimice din petrol. Ed. Birköuser, Basel și Stutgart, 1920,255 p. 760

RUBRICI PERMANENTE

Cronică : 2, p. 124 ; 3, p. 185 ; 4, p. 241 ; 5, p, 313 ; 6 p. 371 ; 7, p. 433 ; 9, p, 564 ; 11, p. 692 ; 12 p. 752

Note tehnice : 1, p. 55 ; 2, p. 123 ; 3, p. 186 ; 5, p, 313 ; 6, p. 374 ; 7, p. 435 ; 8, p. 495 ; 11, p. 684 ; 12, p. 758

Documentare : 1, p. 59 : 2, p. 126 ; 3, p. 188 ; 4, p. 246 ; 5, p. 314 ; 6, p. 376 ; 7, p. 435 ; 8, p. 497 ; 9, p. 566 ; 10, p. 618 ; 11, p. 686 ; 12, p. 752

Scurte știri : 1, p.57 : 2, p. 124 ; 3, p. 191 ; 4, p, 250 ; 5, p. 317 ; 6. p. 379 ; 7, p. 439 ; 8, p, 500 ; 9, p. 571 ; 10, p. 622 ; 11, p. 688 ; 12. p. 757.

Știri din întreprindere : 2, p. 98

Recenzii : 1, p. 57 ; 3, p. 160 ; 4, p. 252 ; 5, p. 318 ; 6, p.384 ; 7, p. 432 ; 8, p. 503 ; 9, p. 544 ; 10, p. 617 ; 11, p. 692 ; 12, p. 733 ; 760

Revista PETROL ȘI GAZE, organ al Ministerului Petrolului și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România (C.N.I.T.). Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16, Sectorul I, Telefon 14.72.10/130. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, telefon 14.72.10/184 Bd. Nicolae Bălcescu, nr. 16, cont 640.301.14, Banca Națională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorul I, București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8.
Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. nr. 10/50/1968.
Tiparul: Întreprinderea poligrafică ,,Informația", București – c. 5929

Lei 8

14330

REVISTA DE CHIMIE ANALITICĂ

Supliment al revistei de Chimie

Începînd din ianuarie 1971, va apare trimestrial „Revista de chimie analitică", ca supliment al Revistei de chimie. Ţinînd seama de numărul mare de chimişti analişti care activează în cele mai diverse sectoare de activitate productivă şi de cercetare, această nouă publicaţie îşi propune să devină un instrument de antrenare şi stimulare a cercetării proprii fundamentale şi aplicative în domeniul chimiei analitice.

În coloanele revistei se vor publica lucrări originale, metode noi de separare, identificare şi determinare, construcţii de aparate, procedee noi de analiză rapidă continuă şi automată, articole de sinteză bazate pe literatura la zi, informaţii, recenzii, indicaţii bibliografice, reclame.

Materialele care urmează a fi publicate, vor fi trimise pe adresa redacţiei: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere, Bd. N. Bălcescu nr. 16, sectorul I, Bucureşti cu menţiunea „pentru revista de chimie analitică".

Costul unui abonament anual pentru instituţii, este de 100 lei şi se poate depune în contul virament nr. 640 301 14, B.N.R.S.R. Filiala sectorului I Bucureşti sau la sediul redacţiei.

TEMATICA REVISTEI DE CHIMIE ANALITICĂ

Unul din domeniile de strictă specialitate care s-a dezvoltat foarte mult în ultimii ani o dată cu dezvoltarea industriei în general şi, în special, a industriei chimice, este chimia analitică.

Tematica Revistei de chimie analitică urmăreşte să cuprindă probleme care interesează cercetarea, producţia, controlul fabricaţiei, calitatea produselor, protecţia muncii, informarea şi perfecţionarea cadrelor.

1. Probleme de cercetare fundamentală şi aplicativă.

Lucrări care se referă la cunoaşterea şi dezvoltarea bazei teoretice a fenomenelor şi tehnicilor de bază, metode moderne care pot îmbunătăţi sau înlocui actualele metode aplicate în controlul tehnologic pentru cunoaşterea şi controlul proceselor ce se petrec în diferite faze catalitice de prelucrare a hidrocarburilor lichide şi gazoase, de prelucrare a minereurilor sau de finisare a produselor, mecanisme ale unor procese de sinteză organică de bază sau sinteză fină, cercetări de analiză spectrală, electrochimie, metode magnetice, de raze X, metode de separare, de interpretare statistică etc.

2. Lucrări de sinteză bazate pe studiul literaturii de specialitate, atît în domeniul teoretic, cît şi cel aplicativ.

3. Informaţii şi anunţuri referitoare la manifestări de chimie analitică interne şi internaţionale.

4. Recenzii de cărţi şi articole de specialitate, informaţii bibliografice.

5. Reclame privind reactivi, tehnică de lucru, aparatură de laborator.

Revista se adresează specialiştilor de chimie analitică care activează aproape în toate domeniile ştiinţelor tehnice, avînd acelaşi obiectiv şi cîmp de activitate, metode moderne de analize chimice şi fizico-chimice.

THE 3-rd NATIONAL CONFERENCE ON ANALYTICAL CHEMISTRY

Braşov, 22 – 26 September, 1971

The National Council of Engineers and Technicians (C.N.I.T.) organizes from September 22 to September 26, 1971, in Braşov, the 3 rd National Conference on Analytical Chemistry, comprising the following sections :

a — Electrometrical methods

b — Optical methods

c — Separation methods

Additional information can be obtained from :

The Organizing Committee of the National Conference on Analytical Chemistry — Dr. Const. Luca — secretary, C.N.I.T., Calea Victoriei, 118, Bucureşti, ROMÂNIA

DIE III. LANDESKONFERENZ FÜR ANALYTISCHE CHEMIE

Braşov, 22 – 26 September 1971

Der Lendesrat der Ingenieure und Techniker (C.N.I.T.) veranstaltet zaischen dem 22.26 September 1971 in Braşov die III. Landeskonferenz für Analytische Chemie mit folgenden Abteilungen :

a — Elektrometrische Verfahren

b — Optische Verfahren

c — Trennungverfahren

Zusätzliche Informationen :

Comitetul de Organizare al Conferinţei Naţionale de Chimie Analitică — Dr. Const. Luca — secretar C.N.I.T. Calea Victoriei 118, Bucureşti — ROMÂNIA

III-е НАЦИОНАЛЬНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Брашов, 22 – 26 сентября 1971 г

Национальный Совет Инженеров и Технических работников (К.Н.И.Т.) организует между 22—26 сентября 1971 в г. Брашове III-е Национальное Совещание по Аналитической Химии по следующим секциям:

а — Электрометрические методы

б — Оптические методы

в — Отделительные методы

Дополнительные информации:

Организационный Комитет Национального Совещания по Аналитической Химии — Др. Конст. Лука — секретарь, К.Н.И.Т. Каля Викториеи 118, Бухарест — Румыния

3-ème CONFÉRENCE NATIONALE DE CHIMIE ANALYTIQUE

Braşov, 22 – 26 septembre 1971

Le Conseil National des Ingénieurs et Techniciens (C.N.I.T.) organise du 22 an 26 septembre 1971, à Braşov, la 3-ème Conférence Nationale de Chimie Analytique, comprenant les sections ci-après :

a — Méthodes électrométriques

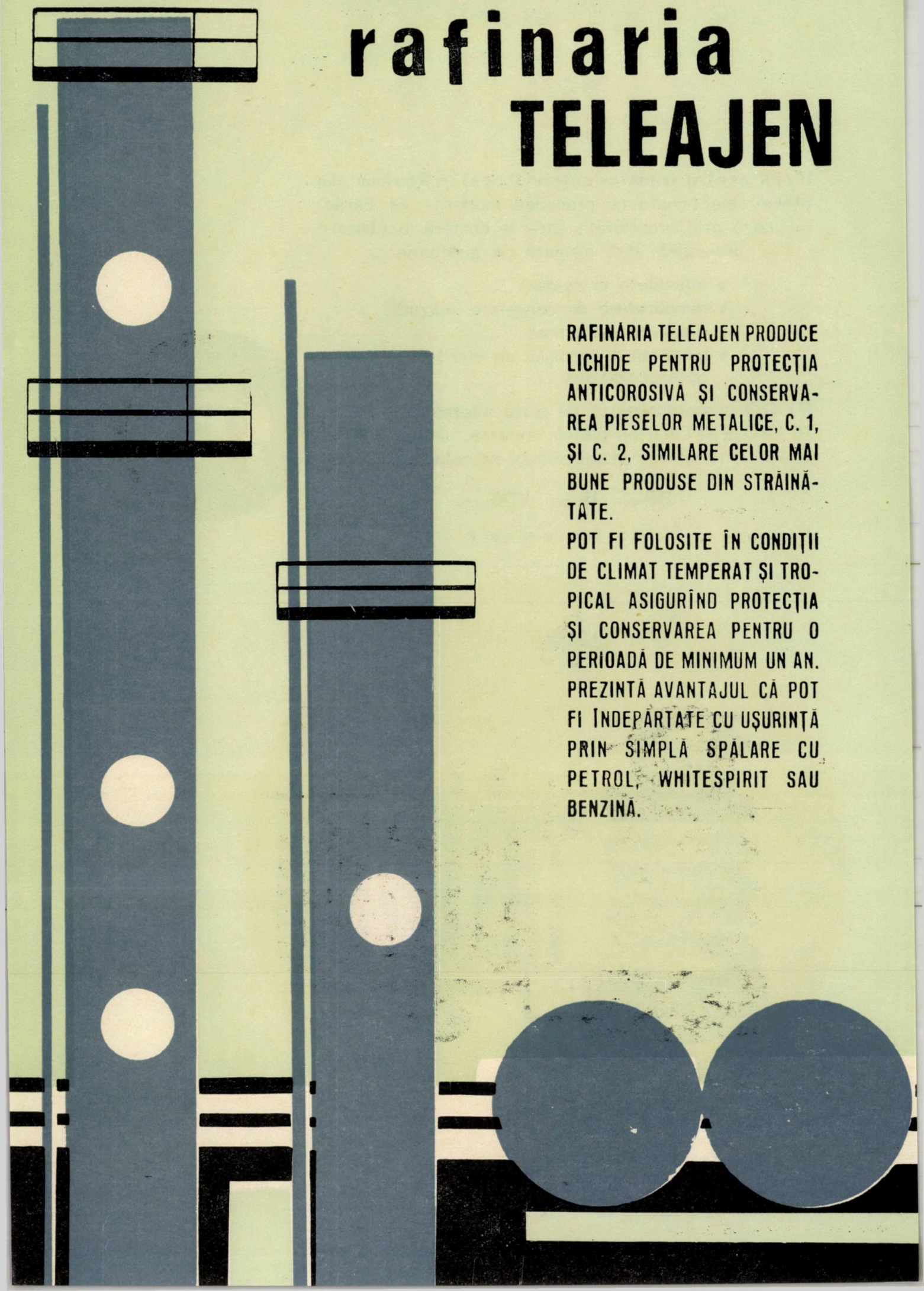
b — Méthodes optiques

c — Méthodes de séparation

Informations supplémentaires :

Le Conseil d'Organisation de la Conférence Nationale de Chimie Analytique — Dr. Const. Luca — secrétaire, C.N.I.T., Calea Victoriei 118, Bucureşti – ROMÂNIA

rafinaria TELEAJEN



RAFINĂRIA TELEAJEN PRODUCE LICHIDE PENTRU PROTECȚIA ANTICOROSIVĂ ȘI CONSERVAREA PIESELOR METALICE, C. 1, ȘI C. 2, SIMILARE CELOR MAI BUNE PRODUSE DIN STRĂINĂTATE.

POT FI FOLOSITE ÎN CONDIȚII DE CLIMAT TEMPERAT ȘI TROPICAL ASIGURÎND PROTECȚIA ȘI CONSERVAREA PENTRU O PERIOADĂ DE MINIMUM UN AN.

PREZINTĂ AVANTAJUL CĂ POT FI ÎNDEPĂRTATE CU UȘURINȚĂ PRIN SIMPLĂ SPĂLARE CU PETROL, WHITESPIRIT SAU BENZINĂ.

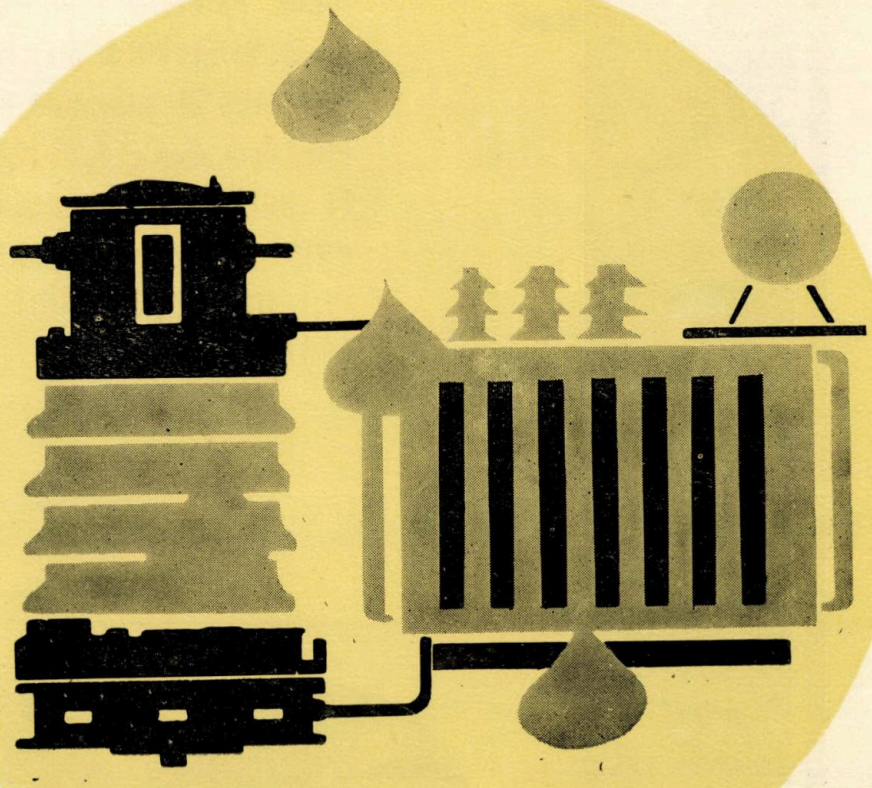
Uleiul pentru transformatori fabricat în România, din ţiţeiuri selecţionate cu procedee moderne, se caracterizează prin proprietăţi, care le conferă o utilizare prelungită, fără formare de gudroane:

- stabilitate la oxidare;
- temperatură de congelare scăzută;
- rigiditate dielectrică;
- tangentă a unghiului de pierderi corespunzătoare.

PECO comercializează pe piaţa internă iar I.S.C.E. PETROLEXPORT pe pieţele externe, uleiul de transformator românesc în specificaţii de calitate conform

BS_{148}, IS_{335}, VDE_{0370}

Livrarea se efectuează în butoaie de 220 l



MAGYAR SZABVÁNYKÖNYVEK

SPN - 48/1/5

PROTAGONIŞTI IN TEHNICĂ

CONDUCTE / MILE ŞI MILE DE DRUMURI NOI DE OŢEL

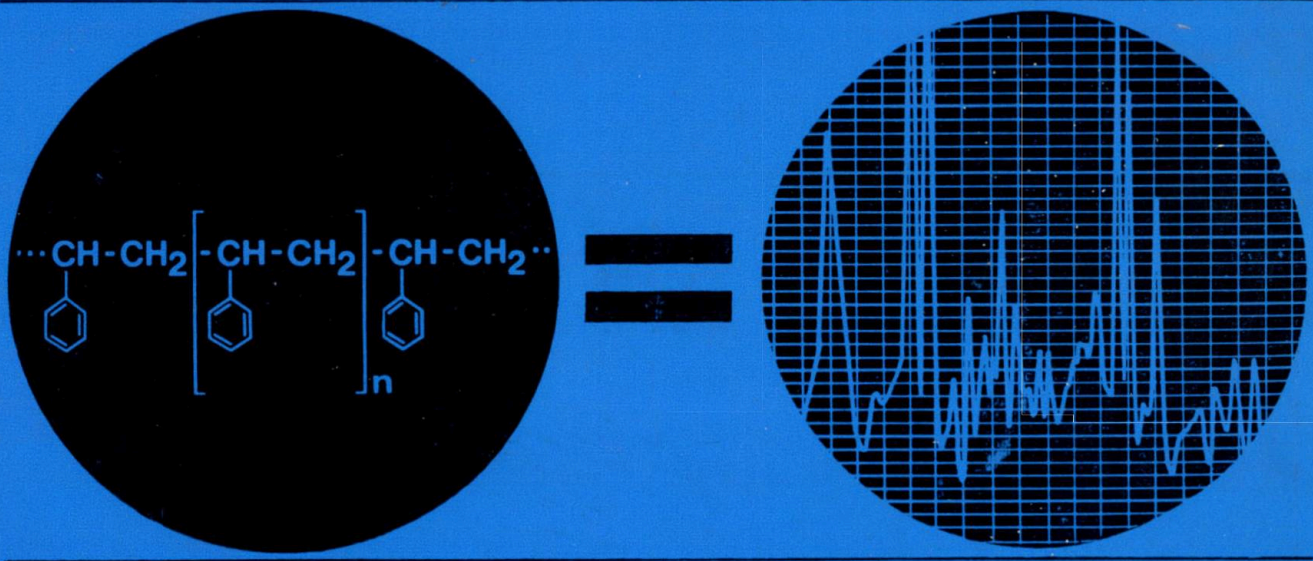
Inginerii firmei SNAM PROGETTI — protagonişti de frunte ai noilor realităţi — şi-au lăsat amprenta în lumea întreagă prin lucrări fundamentale.
Angajaţii şi ideile firmei SNAM PROGETTI au lansat o tehnică nouă pentru proiecte mari. Cercetările şi planurile realizate de firma SNAM PROGETTI — munca unei noi generaţii de tehnicieni — s-au concretizat în 25 000 kilometri de conducte de gaz şi petrol şi sute de kilometri de conducte submarine care transportă petrol, gaze naturale, etilenă, benzină, minerale şi apă oamenilor din cele cinci continente. De la Tierra del Fuego pînă la Buenos Ayres, de la Oceanul Indian pînă la Zambia, în India, în Pakistan, de la Marea Mediterană pînă la centrul Europei,
SNAM PROGETTI a deschis drumuri noi pentru progres.

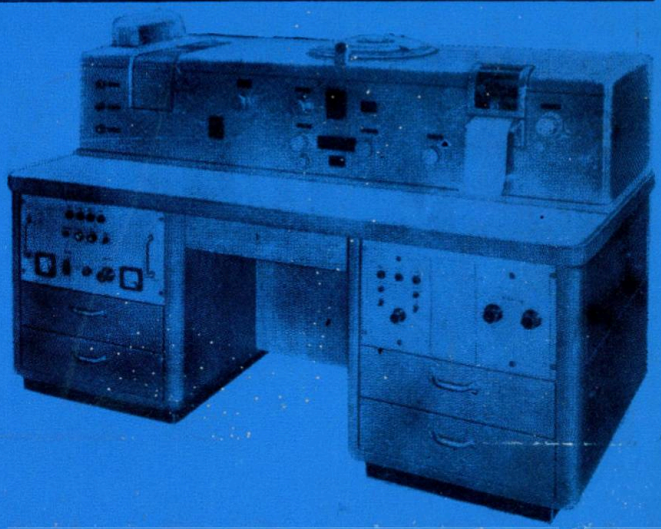
SNAM PROGETTI

DIN GRUPA ENI 20097 SAN DONATO MILANESE (ITALIA)
CONSTRUCŢII TEHNICE, LIVRĂRI DE RAFINĂRII, INSTALAŢII PETROCHIMICE ŞI NUCLEARE, CONDUCTE DE PETROL ŞI GAZE.
CERCETĂRI TEHNICE ŞI ŞTIINŢIFICE.

UR 20

Spectrofotometru automat pentru domeniul infraroșu





Domeniul spectral 2 pînă la 25 μm = 5000 pînă la 400 cm^{-1} acoperit cu 3 prisme. Schimbare automată a celor 3 prisme din aparat. Reglare automată a vitezei de înregistrare (Speed Suppression) pentru obținerea rezoluției optime. Fixarea domeniului ales pentru înregistrare pe un disc de programare.

CARL ZEISS JENA

VEB Carl Zeiss JENA

REPUBLICA DEMOCRATĂ GERMANĂ

PUBLICOM